

Anni-Maria Saaririnne

MURTONEN-JÄRVEN TILA

Ekologinen tila ja kunnostustoimet

Opinnäytetyö
Ympäristötekniologia


Huhtikuu 2011




MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU

Mikkeli University of Applied Sciences

KUVAILULEHTI

 <p>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences</p>		Opinnäytetyön päivämäärä	
Tekijä(t)		Koulutusohjelma ja suuntautuminen	
Anni-Maria Saaririnne		Ympäristötekniologia	
Nimeke Murtonen- järven tila, Ekologinen luokitus ja kunnostustoimet			
Tiivistelmä <p>Etelä-Savo on vesien ja metsien maakunta. Jääkauden seurauksena alueella on lukuisia järviä ja lampia, joita yhdistävät purot ja lyhyet jokipätkät. Vesistöjä uhkaa rehevöityminen. Ihmisen toiminta on lisännyt ja lisää kokoajan vesistöihin ravinteita suoraan tai välillisesti.</p> <p>Juvan kuntaan kuuluva Murtonen on pieni ja matala järvi. Sen keskisyvyys on vain 1,6 m. Järvi on ollut hyväkuntoinen, kirkasvetinen ja vähäkasvillinen. Hajakuormituksen lisääntyttä järven tila alkoi huonontua. Hajakuormituksen ja siitä seuranneen sisäisen kuormituksen johdosta, järvi on rehevöitynyt. Se oli jossain vaiheessa jopa niin huonossa kunnossa, ettei siinä voinut uida. Järven rannalla on monenlaista toimintaa. Siellä harjoitetaan yleisesti maa-, metsä- ja kotieläintaloutta. Rannalla on sekä vakituista että loma-asutusta. Valumaan vaikuttavat myös järven länsirannalla Idän maidon luomumeijeri, itärannalla on nykyisin jo poiskäytöstä oleva soranottoalue, Tielaitoksen varasto ja sepelin varastointi-alue. Lisäksi järven pohjoispään rannalla on tekopohjaveden imeytysallas ja pohjavedenottoamo.</p> <p>Tässä työssä tutkittiin järven tilaa ja päivitettiin siitä jo saatuja tietoja. Järvestä otettiin sedimenttinäyte ja vesinäytteitä useaan eri otteeseen. Näytteet otettiin ja tutkittiin kesän 2010 aikana. Vesinäytteistä tutkittiin biologisia tekijöitä, veden laatutekijöitä sekä hydrologis-morfologiset tekijät. Tutkimuksien perusteella järvi luokiteltiin sen ekologisen laadun mukaan.</p> <p>Murtonen on selvästi ulkoisen ja sisäisen kuormituksen seurauksena rehevöitynyt järvi. Kasvillisuus järvellä on lisääntynyt ja se aiheuttaa ongelmia järven rannan asukkaille. Tutkimuksen tuloksena Murtonen määriteltiin ekologisessa luokituksessa hyväksi. Jotta luokitus saataisiin nousemaan, joudutaan järvelle tekemään useita kunnostustoimia, joista tärkein on ulkoisen kuormituksen vähentäminen.</p>			
Asiasanat (avainsanat) Veden laatu, ekologinen luokitus, kuormitus, rehevöityminen, fosfori, vesinäyte			
Sivumäärä		Kieli	URN
51 s. + liitteet 10 s.		Suomi	
Huomautus (huomautukset liitteistä)			
Ohjaavan opettajan nimi		Opinnäytetyön toimeksiantaja	
Lehtori Martti Pouru		Murtosen Kalastusseura	

DESCRIPTION

 <p>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences</p>		Date of the bachelor's thesis	
Author(s) Anni-Maria Saaririnne		Degree programme and option Environmental Engineering	
Name of the bachelor's thesis Murtonen-lake status, Ecological classification and renovation actions			
Abstract <p>Etelä-Savo is province of water and forest. As a result of the Ice Age the area has several lakes and ponds that are connected by streams and short river snippets. Water systems are threatened by eutrophication. Human activities have increased and increases all the time nutrients to the water either directly or indirectly.</p> <p>Murtonen which is a part of Juva is a small and shallow lake. Its average depth is only 1,6 metres. The lake has been in a good condition, clear and only little vegetation. Since scattered loading started to increase lake status has worsen. As a consequence of diffuse pollution and internal contamination the lake is eutrophic. It was at some stage even in such a bad shape that you could not swim in it. There are many kind of activities at the shore. At the shore, agriculture, forestry and livestock farming are generally practised. There are both permanent and holiday homes. The runoff area has also been affected by dairy on the western shore of the lake East, the ex-gravel extraction are on the eastern shore, the road institutions warehouse and crushed rock storage area and by artificial groundwater reservoir and groundwater intake on the northern end of the lake.</p> <p>The purpose of this study was to examine the state of the lake and update the information already obtained. Sediment sample and several water samples were taken on several different occasions from the lake. Samples were collected and examined during summer 2010. From the water samples biological factors, the water quality factors as well as hydro-morphological elements were examined. Based on the study lake was classified according to its ecological quality.</p> <p>Murtonen is clearly an eutrophic lake due to internal and external loads. Vegetation in the lake has increased and it is causing problems for residents of the lake shore. As a result of the study Murtonen was classified on its ecological bases on class good. In order to raise classification from good to excellent we have to do several renovation actions to the lake most notably reduction of external load.</p>			
Subject headings, (keywords) water quality, ecological classification, load, eutrophication, phosphorus, water sample			
Pages 51 p. + app. 10 p.		Language Finnish	
URN			
Remarks, notes on appendices			
Tutor Lecturer Martti Pouru		Bachelor's thesis assigned by Murtonen fishing society	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	1
2	JÄRVIEN EKOLOGIAA.....	1
2.1	Eutrofia ja oligotrofia	1
2.2	Järvissä vallitseva kerrostuneisuus	2
3	EKOLOGINEN LUOKITUS.....	3
3.1	Ekologisen luokituksen perusteet	4
3.2	Biologiset tekijät	4
3.2.1	Kasviplankton	5
3.2.2	Pohjaeläimet.....	6
3.2.3	Kalasto	7
3.2.4	Kasvillisuus.....	8
3.3	Käyttökelpoisuusluokitus	10
3.4	Uposkasvit	11
3.5	Vesirutto, Elodea canadensis	11
4	MURTONEN	12
4.1	Historia	13
4.2	Tutkimusalue	14
4.3	Järven seutu	14
4.4	Aiempi luokitus järvestä	15
4.5	Vesirutto	15
5	MURTOSEEN JA SEN OMINAISUUKSIIN VAIKUTTAVIA TEKIJÖITÄ....	15
5.1	Valuma-alue.....	15
5.2	Maa-, metsä ja kotieläintalous	16
5.2.1	Tila Purhola.....	17
5.2.2	Tila Kääriäinen.....	18
5.3	Teiden kunnossapito	20
5.4	Asutus	20
5.5	Pohjavesi.....	21
5.6	Murtosen kuormitus.....	22
5.6.1	Fosfori	22
5.6.2	Typpi	23
5.6.3	Rehevöityminen	23

6	KÄYTETYT TUTKIMUSMENETELMÄT JA LAITTEISTOT	24
7	TULOKSET	27
7.1	A-klorofylli	27
7.2	Kasviplankton	27
7.3	Pohjaeläimet	29
7.4	Kalasto	29
7.5	Kasvillisuus.....	30
7.6	pH	30
7.7	Happipitoisuus, kyllästysaste, sameus, sähkönjohtokyky, väri ja humus....	31
7.8	Kemiallinen hapenkulutus	32
7.9	Veden korkeus ja näkösyvyys	32
7.10	Fosfori.....	33
7.11	Typpi.....	33
7.12	Sedimentti	33
7.13	Virhearviointi näytteenotossa ja mittauksissa	33
8	TULOSTEN TARKASTELU	34
9	MURTOSEN KUNNOSTUS.....	39
9.1	Vesistöön tulevan kuormituksen vähentäminen	39
9.2	Vesistöön tehtävät hoitotoimenpiteet	40
9.2.1	Hoitokalastus.....	41
9.2.2	Vesikasvien vähentäminen.....	41
9.2.3	Niitto	42
9.2.4	Haraus	43
9.2.5	Raivausnuottoaus	44
9.2.6	Veden pinnan nosto.....	44
9.2.7	Ruoppaus.....	45
9.2.8	Hapetus	45
10	POHDINTAA	46

LIITTEET

- 1 Järven tunnusmerkkejä.
- 2 Murtosesta mitattuja parametrejä.
- 3 Kokonaisfosfori.
- 4 Nitraattipitoisuus.
- 5 Sedimentti.
- 6 Yleiskartta.
- 7 Pohjavesialuekartta.
- 8 Valuma-aluekartta.
- 9 Kasvillisuuskartta.
- 10 Muistilista.

1 JOHDANTO

Tässä työssä tutkitaan Juvalla sijaitsevan Murtosen järven veden laatua, siihen vaikuttavaa valuma-aluetta ja pohditaan mahdollisia kunnostustoimenpiteitä. Työssä järven tilasta on tarkoitus tehdä laajempi ekologinen luokittelu ja verrata sitä järvestä aiemmin tehtyyn käyttökelpoisuusluokitukseen. Työ tehdään Murtosen kalastusseuran pyynnöstä.

Järvi on ollut hyvässä kunnossa, mutta useiden sitä kuormittavien tekijöiden johdosta sen laatu on huonontunut. Järven virkistyskäyttöä laskee siellä menestyvä vesirutto. Se on levinnyt koko järven alueelle ja huolestuttaa järven rannan asukkaita. Järveä on tutkittu jo monen vuosikymmenen takaa, sille ei ole kuitenkaan laadittu perusteellista ekologista luokitusta. Ekologinen luokittelu kuvaa miten paljon järveen on vaikuttanut ihmisten toiminta, verrattuna järveen, johon ihmiset eivät ole vaikuttaneet ollenkaan.

Järvi on selvästi rehevöitynyt ja onkin oletettavaa, ettei sen laatu ole hyvässä kunnossa. Työssä selvitetään miten pitkälle rehevöityminen on mennyt. Tuloksien perusteella pohditaan, mitkä kunnostustoimenpiteet olisivat parhaimmat mahdolliset juuri tälle järvelle. Murtosen kalastusseura voi käyttää työtä apuna suunnitellessaan järven kunnostusta.

2 JÄRVIEN EKOLOGIAA

2.1 Eutrofia ja oligotrofia

Järviä voi luokitella monella eri perusteella. Eräs tapa luokitella järviä on jakaa ne levämäärien ja ravinnepitoisuuden mukaan. Tässä jaottelussa käytetään viittä eri rehevyysluokkaa:

- ultra-oligotrofinen eli erittäin karu, hyvin niukkaravinteinen
- oligotrofinen eli karu
- mesotrofinen eli lievästi rehevä, keskiravinteinen

- eutrofinen eli rehevä
- hyper-eutrofinen eli erittäin rehevä

(Särkkä 1996, 122.)

Järvet jaotellaan kuitenkin yleisesti joko eutrofisiin tai oligotrofisiin. Näiden järvien välillä on muitakin eroja kuin levämäärät ja ravinnepitoisuudet. Oligotrofisten järvien on katsottu olevan tavallisesti syvempiä kuin eutrofisten järvien ja niiden alusveden tilavuus on suurempi kuin päällysveden. Eroja on myös happipitoisuudessa. Oligotrofisissa järvissä alusveden happipitoisuus on vain vähän pienempi kuin päällysveden happipitoisuus. Eutrofisissa järvissä taas happi loppuu nopeasti loppuun kerrostuneisuuskauden aikana, koska runsaasti laskeutuva aines ja pieni alusveden tilavuus kuluttavat sen. (Särkkä 1996, 122.)

Järvien välillä on myös useita muita tunnusomaisia ominaisuuksia. Oligotrofisissa järvissä pohjasedimentin orgaanisen aineen pitoisuus on pienempi kuin eutrofisissa. Oligotrofisissa järvissä vesikasvillisuus ulottuu syvemmälle kuin eutrofisissa järvissä ja niiden kasviplanktonin tuotanto tapahtuu paksummassa vesikerroksessa. Eliöryhmissä on myös suuria eroja. (Särkkä 1996, 123.) Liitteessä 1 on esitetty järvien eroja.

2.2 Järvissä vallitseva kerrostuneisuus

Suomen järvissä on neljä vuoden aikojen mukaan tapahtuvaa rytmittyneisyyttä: kesäkevättäyskierto, kesäkerrostuneisuus, syystäyskiero ja talvikerrostuneisuus. Tämän rytmittelyn saavat aikaan auringon säteilyn aikaansaama veden lämpeneminen, tuulen sekoittava vaikutus ja veden tiheyden riippuvuus lämpötilasta. Kevättäyskierrossa ilmasta liukenee happea pintaveteen, josta se veden kierrossa kulkeutuu kaikkiin vesikerroksiin. Keväällä veden lämpötilan noustessa +4 °C:een, alkaa vesikerrosten sekoittuminen. (Messo 1992, 11 – 12.)

Kesällä syvissä järvissä on kolme lämpötilaltaan eroavaa kerrosta: päällysvesi, alusvesi ja harppauskerros. Päällysvesi on tasainen lämpötilaltaan ja selvästi alusvettä lämpimämpää. Alusvesi on syvällä, pohjasta ylöspäin oleva vesikerros, joka on tasalämpöinen ja lämpötilaltaan alhainen. Alusveden ja päällysveden väliin jäävää vesikerrosta kutsutaan harppauskerrokseksi. Sen lämpötila laskee jyrkästi ylhäältä alaspäin tulta-

essa. Harppauskerroksen syvyys vaihtelee järven syvyyden mukaan. Suurilla selkävessillä se voi olla 15–20 metrin syvyydessä ja matalissa järvissä se voi olla muutaman metrin syvyydessä. Kerrostuneisuuden merkitys korostuu järven biologisessa toiminnassa. Alusvesi on täysin eristetty ilmakehästä ja päällysvedestä, joten happi ja ravinteet eivät kierrä sinne ollenkaan. Myös auringon valo on estynyt ulottumaan alusveteen saakka, ei siellä tapahdu yhteyttämistä, vaan siellä vallitsee hajotus. Alusvesi joutuu tulemaan toimeen happivarastoilla, jotka ovat sinne täyskierron aikana sinne kulkeutuneet. Hajotuksessa vapautuu ravinteita, kuten typpeä ja fosforia, jotka kesäkerrostuneisuuden aikana jäävät alusveteen. (Messo 1992, 12.)

Syystäyskierron aikana vesikerrokset pääsevät sekoittumaan ja kasviravinteet joutuvat päällysveteen, jossa ne lisäävät levätuotantoa. Kierro käynnistyy, kun vesipatsas jäähtyy +4 °C:sta. (Messo 1992, 12.)

Talvikerrostuneisuudessa jäänalainen pintavesi on kylmempää kuin syvemmällä oleva vesi. Talvella biologista toimintaa järvissä ei juurikaan ole, koska veden lämpötila on niin alhainen. Yhteyttämistä ei tapahdu, koska auringon valo ei pääse paksun jääpeitteen läpi. Hajotus talvi aikaan jatkuu ja se kuluttaa vedestä happea. Tästä johtuen pilaantuneissa vesissä, joihin kulkeutuu enemmän happea kuluttavaa ainesta, saattaa esiintyä happikatoa. (Messo 1992, 12.)

3 EKOLOGINEN LUOKITUS

Vuonna 2008 luokiteltiin Suomen vesimuodostumat ensimmäisen kerran niiden ekologisen ja kemiallisen tilan perusteella. Uusi luokittelujärjestelmä laadittiin, koska EU:n vesipolitiikan puitedirektiivi ja sitä toteuttava suomalainen lainsäädäntö muuttivat luokittelua koskevia perusteita. Luokitteluperusteissa, jotka ovat EU:n yhteisiä perusteita, arvioidaan kuinka paljon ihmistoiminta on oikeasti vaikuttanut vesieliöistöön. (Suomen Ympäristökeskus 2010c.)

EU on asettanut vaatimuksen, että vuoteen 2009 mennessä jokaisella EU:n jäsenvaltion alueella kokonaan sijaitsevalle vesipiirille on laadittava hoitosuunnitelma. Kaikki jo olemassa olevat hoitosuunnitelmat on tarkastettava uudelleen ja ajantasaistettava

vuoteen 2015 mennessä. Tähän hoitosuunnitelmaan on sisällytettävä ekologinen luokittelu. Säädösten mukaan pintavesissä tulee saavuttaa hyvä tila vuoteen 2015 mennessä, eikä erinomaisiksi tai hyviksi arvioitujen vesien tilaa saa heikentää. (Euroopan parlamentin ja Euroopan Unionin neuvosto 2000.)

3.1 Ekologisen luokituksen perusteet

Pintavesien ekologisessa tilan arvioinnissa otetaan huomioon ensisijaisesti biologiset laatutekijät. Biologisiin tekijöihin lasketaan: kasviplankton, päällylevät, makrolevät, muu kasvillisuus, pohjaeläimistö ja kalasto. Arvioitavana olevan vesistön planktonlevien, kalojen, pohjaeläinten ja vesikasvien tilaa verrataan sellaisten vesistöjen oloihin, joissa tiedetään ihmisen vaikutuksen olevan vähäinen. Mitä vähäisempi ihmisen vaikutus on, sitä paremmaksi katsotaan vesistön ekologisen laadun olevan. Lisäksi arvioinnissa otetaan huomioon veden laatutekijät (kokonaisravinteet, pH, näkösyvyys) ja hydrologis-morfologiset tekijät. Hydrologis-morfologisilla tekijöillä tarkoitetaan: virtausolot, viipymä, veden korkeus, syvyysuhteet, pohjan ja rantavyöhykkeen rakenne ja yhteyttä pohjaveteen. Luokituksessa käytetään apuna vesien kemiallista tilaa, joka määritetään haitallisten aineiden ympäristölaatunormien perusteella hyväksi tai hyvää huonommaksi.

Pintavesien ekologinen luokitus sisältää seuraavat luokat:

- E Erinomainen
- H Hyvä
- T Tyydyttävä
- V Välttävä
- Hu Huono

3.2 Biologiset tekijät

Veden laatua kuvaavat hyvin tietyt lajit, joita kutsutaan bioindikaattoreiksi. Bioindikaattorit ovat muun muassa sellaiset kasvi- ja eläinlajit, joiden tiedetään olevan herkkiä saasteiden haittavaikutuksille. Nämä lajit voivat ilmaista saasteiden runsastumista ja vaikutuksia. Bioindikaattoreita tarkkailemalla voidaan huomata järven mahdollinen rehevöityminen ja mahdollisesti pelastaa se ennen kuin täysi tuho on saavutettu.

Hyvinä bioindikaattoreina pidetään kasviplanktonia, pohjaeläimiä, kalastoa ja kasvillisuutta. Nämä lajit keräävät saasteita tai reagoivat elintoimintojensa tai rakenteensa muutoksella ympäristön saastekuormaan.

3.2.1 Kasviplankton

Kasviplanktonia sääteleviä tekijöitä ovat mm. pintaveden ravinnepitoisuus ja valaistus sekä kasvinsyöjien vaikutus. Talvella kasviplanktonia esiintyy hyvin vähän eikä tuotantoa ole juurikaan. Jääpeite estää auringon säteiden pääsyn veteen, eikä yhteyttämistä pääse tapahtumaan. Jääpeitteiden sulettua pintaveden runsasravinteisuus ja säteilyenergia luovat mahdollisuudet piilevien räjähdysmäiseen kehitykseen. Kasviplanktonin kasvu saavuttaa huippunsa kaksi – kolme viikkoa jäiden lähdön jälkeen, jolloin sisälahdissa voidaan huomata lyhytaikainen siimalevän aiheuttama veden vihreä kukinta. Tätä seuraa piilevä- ja Gonyaulax-maksimi. Kevään planktonia voidaan kuvailla mereiseksi ja arktisten, kylmän veden pii- ja panssarilevälajien kasviplanktoniyhdyskunnaksi. (Messo 1992, 13.)

Kesäkuussa pintaveden lämpötilan noustua alkavat sinibakteerit muodostaa suuria biomassoja. Keskikesällä kasviplanktonin biomassa on yleensä alhainen. Tätä kutsutaan keskikesän minimiksi. Kasvukauden kukoistus esiintyvät lämpimän veden aikana. Syyskesän planktonia kutsutaan lämpimän makean- ja murtoveden kasviplanktoniyhdyskunnaksi. Syksyllä veden lämpötilan laskettua alle 10 °C kasviplanktonbiomassa vähenee kohti talven minimiä. Samalla pintaveden ravinteet lisääntyvät. (Messo 1992, 14.)

Kasviplankton voidaan jaotella viiteen pääryhmään:

- | | |
|-------------------------------|-------------|
| 1.) Sinibakteerit (sinilevät) | Cyanophyta |
| 2.) Nielulevät | Cryptophyta |
| 3.) Panssarilevät | Dinophyta |
| 4.) Ruskeat levät | Chromophyta |
| 5.) Vihreät levät | Chlorophyta |

(Messo 1992, 14.)

Kasviplankton on yksi ekologisen luokituksen osa-alueista. Ekologiseen luokitukseen kuuluu kolme luokittelumuuttujaa: kasviplanktonin kokonaisbiomassa märkápainona, a-klorofyllipitoisuus ja apumuuttujana haitallisten sinilevien eli syanobakteerien prosenttiosuus kokonaisbiomassasta.

3.2.2 Pohjaeläimet

Pohjaeläimet elävät pohjalietteen ja veden rajapinnassa. Tämä sama paikka on hyvin merkityksellinen vesistön luonnontaloudessa, koska siellä tapahtuu aineiden ja energian kiertokulku. Pohjaeläimet kuvastavat, mitä tässä osassa järveä tapahtuu. Jotkin pohjaeläimet ovat hyvin herkkiä, joten ne reagoivat nopeasti sedimentaation muutoksiin ja sen seurauksiin. Pohjaeläimistöön vaikuttavat seuraavat tekijät:

- pohjalietteen laatu ja ravintoarvo
- pohjanläheisten vesikerrosten happitilanne
- syvyysuhteet
- lajien välinen kilpailu
- veden laatu
- pohjan eliöyhteisön rakenne
- bakteerien hajotustoiminnanintensiteetti
- kalojen valikoiva saalistus.

Vesistöön tulevista orgaanisista aineista ja ravinteista voi seurata likaantuminen. Tästä seuraa ekosysteemin tuotannon lisääntyminen ja voi johtaa eliöyhteisöjen tuhoutumiseen. Jätevesien mukana kulkeutuu orgaanisia aineita ja ravinteita, jonka seurauksena biologinen tuotanto kiihtyy. Rehevöitymisen vaikutuksista bioindikaattorilajit lisääntyvät runsaasti tai kasvavat poikkeuksellisen suureksi.

Pohjalla elävät lajit ovat usein pitkäikäisiä ja näin kuvastavat selvästi pohjan laatua ja vesimassan tilaa. Tutkimuksista on saatu selville lajeja, jotka kuvastavat selkeästi vesien saastumista. Yleisesti lajit vähenevät saastumisen myötä, on olemassa myös lajeja, jotka runsastuvat, kuten valkokatkat. Pohjaeläinlajeista on indikaattorilajeja,

jotka kuvastavat likaisuudeltaan eriasteisia vesiä. Veden suolapitoisuus määrää, mitä lajistoa on milläkin likaantumisvyöhykkeillä.

Voimakkaasti likaantuneissa pohjissa sedimentaatio on nopeaa eikä siellä ole happea. Orgaaninen pitoisuus lietteessä on korkea. Pohja voi koostua esim. puunpalasista, tiukuista, viemärijäteliejusta, puunkuormista ja kuiduista. Pohjaeläimistöä tällaisessa pohjassa ei ole lainkaan.

Likaantuneella pohjalla on ohut hapettava kerros. Orgaaninen pitoisuus on alhainen ja pohja voi olla mustaa, haisevaa lietettä. Likaantumisen vaikutuksesta eläinten lajiluku, biomassa ja yksilötiheys ovat vähentyneet.

Häiriintyneissä pohjissa kuitujen lukumäärä on havaittavissa, muttei suuri. Pohjan lajistossa on samoja lajeja kuin luonnontilaisessa pohjassa. Tiheys ja biomassa saattavat vaikuttaa luonnontilaisen pohjan arvoa. Tämä saattaa johtua siitä, että jotkin sellaiset lajit, jotka ovat tyypillisiä luonnontilaiselle pohjalle, puuttuvat. Pohjalla ei kuitenkaan ole niitä lajeja, jotka luokitellaan likaantuneen pohjan lajeihin, tämä johtuu ravinteisuuden riittämättömyydestä.

Lievästi häiriintyneet pohjat tai luonnontilaiset pohjat omaavat voimakkaasti hapettavan pohjan. Näissä pohjissa orgaanisen aineen pitoisuus on vähäinen. Pohjaneläinten tiheys, biomassa ja lajisto ovat normaalit.

3.2.3 Kalasto

Tutkimuksissa on huomattu, että veden ravinteisuuden lisääntyä ja samalla kalojen ravinnon lisääntyä, kalaston kokonaismäärä kasvaa. Jos ravinteisuuden ja näin rehevöitymisen voimistuminen on liiallista, johtaa se pohjan happipitoisuuden heikkenemiseen ja pohjakalalajien vähenemiseen. Kalalajit viihtyvät erilaisissa elinolosuhteissa. Jonkin tekijän olosuhteisiin vaikuttavan tekijän heikentyminen vaikuttaa joidenkin lajien runsastumiseen ja toisen vähentymiseen.

Rehevöitymisessä perustuotannon lisääntyessä planktonsyöjäkalojen määrä myös lisääntyy. Ravinteiden runsastuessa kasvu paranee ja saalismäärät lisääntyvät. Kalakan-

ta muuttuu muikku-siika-taimen-mutu-kivisimpukka (-ahven-hauki)-kantaista lopulta ahven-hauki-särki-pasuri-kiiski-vedeksi. Kannat, jotka kutevat syksyllä, heikentyvät. Tämä johtuu rehevöityneen veden sedimentin muuttumisesta vähitellen hienojakoiseksi ja hapettomaksi. (Messo 1992, 59.)

Rehevöitymisen loppuvaiheilla happivajaus on jokatalvista. Myöhemmin sitä voi esiintyä myös kesäisin. Ääriolosuhteissa vesi joutuu mätänemistilaan. Jo pelkästään talviset hapenvajaukset karsivat kalalajiston monipuolisuutta.

Kalojen elinmahdollisuuksien kannalta tärkeitä tekijöitä ovat mm. suolapitoisuus, liuenneen hapen määrä, veden lämpötila, happamuus ja veden eliöstö eli kalojen ravintokohteet (kasviplankton, eläinplankton, kasvillisuus).

3.2.4 Kasvillisuus

Vesikasvit ovat luonnollinen osa vesistöä ja ne ovat merkittävänä osana järven ekosysteemiä. Ranta- ja vesikasvien tehtäviä on vähentää eroosiota ja suodattaa valuma-alueelta tulevia ravinteita tehokkaasti. Ne estävät tehokkaasti ulkoista kuormitusta, jota aiheutuu etenkin hajakuormituksesta.

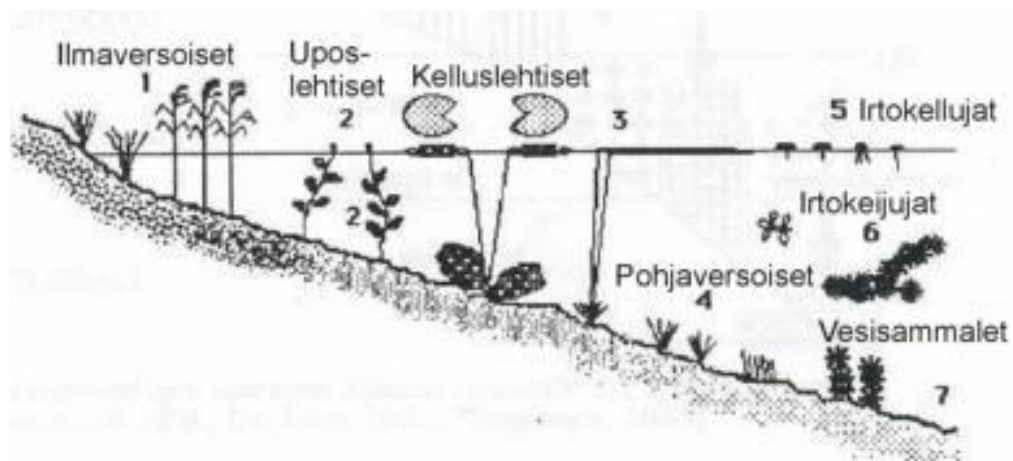
Vesikasvien merkitys sisäisen kuormituksen vähentäjänä korostuu siinä, että ne vähentävät resuspensiota. Eli ne estävät pohjasedimentissä olevia ravinteita leviämistä vesimassaan tuulen, kalojen, pohjaeläinten tai ihmisen vaikutuksesta. Rehevissä vesissä voi olla mahtavat ravinnevarastot pohjasedimentissä. Vesikasvillisuuden ollessa runsasta, eivät pohja-aineet pääse liikkumaan ja ravinteet leviämään. Yleensä järvet, joissa on paljon vesikasvillisuutta, kiintoainepitoisuudet ovat pieniä ja näkösyvyys on suuri.

Ihmisen toiminta on muuttanut monia ekosysteemeitä ja siten vaikuttanut eliöstöön. Rehevöityminen on yksi näkyvimmistä muutoksista, joka on ihmisen aiheuttamaa. Rehevöitymisen seurauksena myös vesien kasvillisuus muuttuu. Vesikasvit ottavat kaikki tarvittavat aineet vedestä ja ovat tyypillisesti elinympäristöön. Näiden tekijöiden perusteella vesikasveja voidaan käyttää elinympäristön laadun ilmaisijoina, luonnon saastemittareina. Vesikasvit reagoivat veden tilaan (sameuteen,

lämpötilaan, suolapitoisuuteen, ravinteisuuteen) kasvun ja lisääntymistapahtumien kautta.

Siihen, millaista vesikasvillisuutta esiintyy millaisessakin vesistössä, riippuu monesta tekijästä. Valuma-alueen maalajit vaikuttavat vesistön ravinneisuuteen ja tuottavuuteen. Savimaiden läheisyydessä sijaitsevat vesistöt ovat ravinteikkaita, harju- ja moreenimaiden vesistöt niukkaravinteisia ja turvealueilla niukkaravinteisia ja ruskeavetisiä. Näille eri vesistöille on tyypilliset kasvuolosuhteet ja vesikasvilajistot.

Vesikasvit ja levät kilpailevat ravinnosta. Vesikasvit tarjoavat leviä kuluttaville eläinplanktoneille suojapaikan saalistajia vastaan. Parhaita suojapaikkoja ovat uposlehtiset kasvustot, mutta ilmaversoisten ja kelluslehtisten on havaittu olevan myös hyvä suoja. Vesikasvillisuus säätelee eläinplanktonin esiintymistä ja tätä kautta levien määrää. Kuvassa 1 on eri vesikasvien elomuotojen sijoittuminen järven syvyyteen nähden.



KUVA 1. Vesikasvien sijoittuminen järveen. (Suomen Ympäristökeskus 2010d.)

Järven kasvilajistoon vaikuttavat monet ekologiset tekijät. Rannan muodolla ja kaltevuudella on vaikutuksensa kasvien kiinnittymismahdollisuuksiin ja valon saantiin. Pohjanlaadulla on monia vaikuttavia tekijöitä, kuten ravinteikkaus, eloperäisen aineksen määrä ja kiinteys. Veden väri ja sameus vaikuttavat valon saantiin, joka taas määrää, miten syvällä vesikasvit pystyvät kasvamaan. Veden aallokko sekoittaa ja muovaa pohjaa. Veden virtaukset taas kuljettavat pohjasta nousseita ravinteita vesistössä.

Muita vesistön lajikoostumukseen vaikuttavia tekijöitä ovat: veden ravinnepitoisuus, suolapitoisuus, happamuus, tila ja valo. Myös veden korkeuden vaihtelu vaikuttaa etenkin vesirajan ylä- ja alapuolisen vyöhykkeen kasvuolosuhteisiin. Jäätymisellä ja jääeroosiolla on omat vaikutuksensa kasvien esiintymiseen. Luonnon olosuhteiden lisäksi ihmistoiminnalla on omat vaikutuksensa kasvillisuuteen mm. jätevedet, rantojen raivaus, niitto, rantalaidunnus, vesiliikenne ja uitto.

Runsaskasvillisen järven on havaittu kestävän samentumatta suurempia ravinnekuormia, kuin järven, jossa ei ole vesikasvillisuutta. Eli rehevän ja matalan järven kannalta vesikasvillisuuden lisääntyminen voi olla positiivinen asia. Vesikasvillisuudella voi olla hyviä vaikutuksia veden laatuun. Ihmiset haluavat poistaa vesikasvillisuutta virkistyskäyttömahdollisuuksien vuoksi, mutta tulisi miettiä, mikä poistomenetelmä on paras järven kannalta.

3.3 Käyttökelpoisuusluokitus

Suomessa on jo 1970-luvulta alkaen luokiteltu pintavesiä. Luokittelu perustui käyttökelpoisuuteen eli miten hyvin vesistö soveltui ihmisen käyttöön kuten vedenhankintaan, kalastukseen ja virkistykseen. Luokitus perustui luontaisen veden laatuun ja ihmisen toiminnan vaikutuksiin. Luokkataso määrytyi veden laatua kuvaavien muuttujien perusteella. Näitä muuttujia ovat rehevyys (ravinteiden ja levien määrä), humuksen ja hapen pitoisuudet, sameus ja näkösyvyys, hygieeninen laatu, levähaitat sekä myrkyllisten aineiden esiintyminen.

Käyttökelpoisuusluokitus oli siis ennen ekologista luokittelua. Käyttökelpoisuusluokituksessa painotus oli vedenlaatutekijöissä, kun taas ekologisen luokituksen painotus on biologisissa laatutekijöissä. Ekologista luokituksen mukaan Suomen vesimuodostumat luokiteltiin ensimmäisen kerran vuonna 2008. Luokituksessa vesimuodostumia verrataan olosuhteisiin, joissa ihmisen toiminta ei ole vaikuttanut huomattavasti vesistön tilaan.

Luokitukset lähtevät aivan eri luokituskriteereistä, joten niiden vertaaminen toisiinsa ei ole mahdollista.

3.4 Uposkasvit

Uposkasvit kasvavat järvissä rannan tuntumassa. Murtosen tapauksessa vesiruttoa kasvaa koko järvestä sen mataluuden vuoksi. Runsaimmat esiintymät ovat kuitenkin matalimmissa kohdissa.

Uposlehtiset kasvit, kuten vesirutto, ovat sopeutuneet erinomaisesti vesielämään. Niiden rakenne poikkeaa paljon maakasveista. Uposlehtiset voivat ottaa ravinteita juurillaan pohjasta sekä suoraan vedestä. Uposlehtiset vesikasvit kasvavat veden alla olevassa rantavyöhykkeessä.

Uposlehtisten kasvien poistaminen on hyvin vaikeaa. Esim. niitto on huono ratkaisu kasvien vähentämiseksi. Poistamisessa on erittäin tärkeää korjata kaikki kasvijäte pois, koska monet vesikasvit lisääntyvät ja leviävät kasvullisesti versonpalasten, erilaisten silmujen ja juurakoiden avulla. Eli jokaisesta veteen jääneestä kasvipalasesta voi kehittyä uusi kasvi.

3.5 Vesirutto, *Elodea canadensis*

Vesirutto on monivuotinen kilpukkakasvi, jonka varsi on hento ja se voi kasvaa 0,3 - 1,5 m korkeaksi. Lehdet kasvissa on ruodittomat ja ne kasvavat kolmen kiehkuroina tai vastakkain. Vesirutto on kaksikotinen eli emit ja heteet ovat eri kasveissa. Suomessa on tavattu vain emiyksilöitä, joten se lisääntyy täällä vain kasvullisesti. Vesirutto viihtyy suojaisissa järvenlahdissa, pikkujärvissä ja hitaasti virtaavissa joissa. (Suomen Ympäristökeskus 2009f.)

Vesirutto on tuotu vuonna 1836 Pohjois-Amerikasta Irlantiin, josta se on levinnyt koko Eurooppaan. Vesirutto on yleinen Etelä- ja Keski-Suomessa, tarkemmin matalissa ja meso-eutrofisissa järvissä. Erillisiä esiintymiä on havaittu Lapin ja Kuusamon seuduilla. (Hellsten.)

Vesikasvien massaesiintymisiä ilmenee yleisesti pienissä ja rehevöityneissä järvissä. (Lehtonen 2000). Kasvi suosii pehmeitä pohjia. Se ei viihdy aallokossa. (Hellsten). Järven virkistyskäyttöarvo vähenee, jos vesikasvillisuus häiritsee uimista ja soutamis-

ta. Happikato on yksi esiintyvä ongelma. Runsas ja hajoava kasvimateriaali kuluttaa paljon happea ja varsinkin talvella seurauksena voi olla happikato. Kun happi vähenee pohjan läheisestä vedestä, alkaa pohja-aineksista liueta veteen ravinteita, erityisesti fosforia. Tämä ns. järven sisäinen kuormitus lisää planktonlevästöä. (Lehtonen 2000.)

Vesiruton kasvatuskokeissa on ilmennyt, ettei kasvi viihdy happamissa vesissä. Jos veden happamuus laskee alas, kuten pH 5:een, ei vesirutto pysty lainkaan fotosynteesiin. Vesirutto tarvitsee fotosynteesissä bikarbonaatteja. Bikarbonaatti on hiilen olomuoto ja tässä olomuodossa hiili esiintyy hiilidioksidin sijasta emäksisessä vedessä. Paras pH vesirutolle fotosynteesissä on 9,0 -9,5 ja paras lämpötila +22 astetta. (Lehtonen 2000.) Vesirutto vaatii kasvaakseen kirkasvetisen järven, koska kasvi tarvitsee paljon valoa fotosynteesiin. (Mainio 2009).

Vesirutto leviää helposti. Se leviää järvestä toiseen ruton tavoin esim. siirrettävien veneiden mukana, veden virtauksissa ja lintujen mukana. Vesiruttoa pidetään erinomaisena akvaariokasvina sen selviytymistaitojen ja helpon leviämisen vuoksi.

Vesiruton ja karvalehden on huomattu vuorottelevan järvissä. Massaesiintymien vuorottelu selittyy pH vuorottelulla. Vesirutolla on tehokas kalvopotentiaali ja siitä johtuen se kasvaakin erittäin nopeasti. Nopealla kasvulla vesirutto pitää yllä korkeahkoa veden pH-arvoa, jossa se viihtyy. Karvalehti taas ei viihdy korkeassa pH:ssa. Kun vesirutto runsastuu, runsastuu myös kuolevan massan määrä. Massan hajottaminen kuluttaa happea ja hajotustoiminnan seurauksena alkaa ympäristö happamoitua. Veden happamoituessa vesiruton hiilenottokyky heikkenee ja näin yhteytystehokin heikkenee. Vesiruttokasvusto alkaa vähetä. Tästä hyötyy taas karvalehti. Sille otolliset elinolotekijät vahvistuvat ja näin karvalehtikasvusto alkaa lisääntyä. Karvalehden lisääntyessä sen fotosynteesi nostaa pH:ta ja näin vesirutto, joka ei koskaan häviä, alkaa runsastua ja kierto alkaa uudestaan. (Lehtonen 2000.)

4 MURTONEN

Murtosen järvi sijaitsee Hatsolassa. Järvi kuuluu Juvan kuntaan ja Myllyjoen valuma-alueeseen. Järven länsipuolella kulkee valtatie 5 ja matkaa Juvan keskusta on n. 5

km. Se sijaitsee n. 40 km päässä Mikkelistä. Järvi on ollut joskus hyväkuntoinen, mutta vuosien myötä erillisistä syistä järven tila on muuttunut ja järven asukkaat ovat huolissaan järven tulevaisuudesta. Kuvassa 2 on Murtosen sijainti kartalla.



KUVA 2. Murtosen sijainti. (Seudun kunnat ja kaupungit © Maanmittauslaitos)

4.1 Historia

Paikallisten asukkaiden mukaan järvi ei ole aina ollut huonossa kunnossa. Vielä 1940-luvulla Murtosessa oli koko järven alueella hiekkapohja ja se oli vähäkasvillinen ja kirkasvetinen. Hajakuormituksen lisääntyttä vesistön tila pääsi huononemaan. Jossain vaiheessa järvi oli yhtä haisevaa leväpuuroa, eikä siinä kehdannut edes uida. Järvi on nykyisellään rehevöitynyt hajakuormituksen ja siitä seuranneen sisäisenkuormituksen takia. Rehevöitymisen vuoksi vedenlaatu on selvästi huonontunut, vesikasvillisuus lisääntynyt ja kalakannat muuttunut särkikala valtaisiksi. Vesistön tila on kuitenkin pahimman voittanut. Hajakuormitus on vähentynyt kehittyneen jätevesien käsittelyn ja uusien maatalouden menetelmien ansiosta.

Murtosen järven vettä käytetään tekopohjavedeksi Hatsolan I-luokanpohjavesialueella. Järvi on Hatsolan pohjavesialueen raakavesivarasto ja järven vettä pumpataan tekopohjavedeksi. Pohjavesialueelta saadaan Juvan vesilaitoksen vedentarpeesta noin 20–25 %. (Liite 7.)

Vesinäytteitä Murtosesta on otettu jo vuodesta 1980 lähtien. 90-luvulla lähtien järven kasvillisuutta on tutkittu ja kalakannasta tehtiin laajempi tutkimus 1993. Vuonna 2000 valmistui Murtosenjärven, Hauki- ja Puikonlammen hoito- ja kunnostussuunnitelma. Tutkimuksista huolimatta suurempi kunnostustoimia järvelle ei ole tehty. Murtosen alueen kalastuskunnat, asukkaat ja loma-asukkaat ovat yhteisesti tehneet työtä järven tilan puolesta. Kalastuskunnat ja asukkaat ovat voimavarojensa puitteissa tehneet erilaisia järven tilan parantamiseen tähtääviä toimenpiteitä jo 1970-luvulta alkaen kuten, koe- ja tehokalastuksia, vesikasvien niittoa sekä pienialaisia ruoppauksia. Ympäristökeskus suoritti ensimmäiset niitot Murtosella jo 1981 - 1985. Myös 1990-luvulla niitettiin ja uusimmat niitot tehtiin vuosina 2001 - 2003. Niitto on tehonnut länsirannalla, mutta rehevöityneellä Meijerinlahdella on paljon ulpukkaa. Kunta on ilmastanut järveä 1980–90 luvulla. Hoitotoimista on aikaa eikä niitä ole tehty riittävässä määrin. Ilmastus on lopetettu jo jonkin aikaa sitten ja rehevöitymiskehitys on vain jatkunut. (Jääskeläinen 2000, 2.)

4.2 Tutkimusalue

Murtosen järvi on pinta-alaltaan 92,846 ha ja järven laskennallinen keskisyvyys on 1,6. Järvessä on vain yksi syväne itäpuolella, jonka syvyys on 4,8 m. Korkeus merenpinnasta $N_{60} + 114,5$. Vedenpinnankorkeutta on ollut tarkoitus säädellä tietylle korkeudella Murtosen pohjavedenottamon ja tekopohjavesilaitoksen pohjapadon avulla. Tässä on kuitenkin ollut ongelmia johtuen asukkaista. Järven asukkaat ovat säädelleet luvottomasti pohjapatoa ja näin vaikuttaneet vedenpinnankorkeuteen.

Järvi on pintavesityypiltään matala humusjärvi. Siinä on kokonaisrantaviivaa 6,206 km. Järven tilavuus on $10\,000\text{ m}^3$. Lähellä sijaitsevat Haukilampi ja Likolampi, jotka laskevat Murtoseen. Murtosesta vesi virtaa ojaa pitkin Syrjälampeen.

4.3 Järven seutu

Järven rannoilla tapahtuu monenlaista toimintaa. Alueella harjoitetaan yleisesti maa-, metsä- ja kotieläintaloutta. Rannalla on runsaasti sekä vakituista että loma-asutusta. Murtosen valumaan vaikuttaa lisäksi myös, järven länsirannalla Idän maidon luomu-

meijeri, itärannalla on nykyisin jo poiskäytöstä oleva soranottoalue, tielaitoksen varasto ja sepelin varastointi-alue ja järven pohjoispään rannalla on tekopohjaveden imeytysallas ja pohjavedenottoamo. Länsirannalla sijaitsee yleinen uimaranta, jonka vieressä on alue veneiden säilytystä varten. Meijeri on rakennettu järven rannalle jo v. 1908 ja Hatsolan kylä on edelleen tärkeää maidontuotantoaluetta. (Hentinen 2007, 16). Kuorimitusta tulee siis monelta osalta.

4.4 Aiempi luokitus järvestä

Vuoden 2000–2003 käyttökelpoisuusluokaltaan Murtonen kuuluu laadultaan luokkaan hyvä. Järvestä ei ole tehty kokonaisvaltaista ekologista luokitusta. Järvestä on kuitenkin tehty asiantuntijan arvio järven tilasta. Asiantuntijan mukaan järvi on erinomaisessa tilassa. Tämä arvio perustuu a-klorofyllistä tehtyyn määrittelyyn. Kemialliselta tilalta Murtosen luokittelu on hyvä. Tavoitetilana on saada järvi erinomaiseen tilaan. ELY-keskuksen mukaan tavoitetila saavutetaan tai turvataan nykykäytännön mukaisilla toimenpiteillä vuoteen 2015 mennessä. (Manninen 2011.)

4.5 Vesirutto

Vesirutto ilmestyi Murtosen järveen joskus vuoden 2005 tienoilla ja on siitä lähtien vaivannut järven asukkaita. Vesirutto on levinnyt koko järven alueelle ja vaikeuttaa virkistystoimintaa.

5 MURTOSEEN JA SEN OMINAISUUKSIIN VAIKUTTAVIA TEKIJÖITÄ

5.1 Valuma-alue

Valuma-alueella on suora vaikutus siihen millainen, järvi on. Kallioisella tai moreeni-valtaisella valuma-alueella on usein kirkasvetisiä ja karuja järviä. Suoalueilta järveen pääsee humuspitoisia vesiä, joka tekee siitä todennäköisesti ruskeavetisen ja luontaisesti happaman. Soiden ja metsien ojitus lisää humuksen ja siihen sitoutuneiden ravinteiden ja raskasmetallien määrää järvessä. Ravinteita järveen kulkeutuu viljelymailta.

Ravinteet rehevöittävät järveä. Savikko- ja hiesupelloilta valuvat vedet taas samentavat järveä.

Murtosesta tehtiin vuonna 2000 laajamittainen hoito- ja kunnostussuunnitelma, jota on käytetty hyväksi tässä työssä. Jääskeläisen hankkimat tiedot eivät ole paljoakaan muuttuneet. Valuma-alue on kaiken kaikkiaan 625 ha. Muutokset, jotka ovat merkittäviä Murtosen valuma-aluetta ajatellen, ovat tapahtuneet laajentuneen maa- ja kotieläintalouden myötä ja rannan asukkaiden liittymisestä viemäriverkostoon.

5.2 Maa-, metsä ja kotieläintalous

Päätehakkuita valuma-alueella on tehty. Hakkuista on kuitenkin reilusti aikaa. Soita alueelta löytyy 32 ha, jotka kaikki on ojitettu. Ojitukset ovat kuitenkin vanhoja. Ojituksia on tehty 1970- luvulla ja -80 luvun alussa. Kunnostusojitukset tehtiin vuoden 1995 aikana 20,8 ha alalta. (Jääskeläinen 2000, 8.)

Murtosen rannat ovat suhteellisen jyrkkiä mänty- ja kuusivaltaisia metsiä. Kalliot eivät erotu vesimaisemaan. Rantaviivasta noin 50 m päässä kulkee tieura, joka jakaa metsät rannan kuusivaltaisiin metsiin ja mäkialueen koivuvaltaisiin nuoriin metsiin.



KUVA 3. Murtosen rannat ovat jyrkkiä, Itälahden alueella on louhikkoisia mäntykankaita. (Karttulan kunta 2009).

Itälahdessa rannan tuntumassa sijaitsevat metsät ovat nuorta ja varttunutta mäntykangasta, puolukkatyypin kuivahkoa ja mustikkatyypin tuoretta kangasta. Lahden pohjukassa on kuusitaimikkoa. Järven itäranta on noin 50 metrin levyiseltä kaistaleelta kuusikangasta. Tasanteen tien toisella puolella kasvaa koivumetsät. Kalliojyrkänteiden tuntumassa puusto on mäntyvaltaista. Rannat ovat pääosin karut ja kivikkoiset.

Eteläosassa metsät ovat pääosin käenkaalimustikkatyypin lehtomaisia kuusi ja koivu-kuusikankaita. Tyypillisiä ovat harmaaleppävaltaiset lehtolaikut. Metsässä on myös paikoin kuusilehtoa. Lehdot ovat talousmetsää.

Valuma-alueella on reilu viisi tilaa. Kaksi pienempää maanviljelyä harjoittavaa tilaa, yksi hevostila ja kaksi suurempaa tilaa, joissa on sekä maanviljelyä että kotieläintaloutta. Nämä kaksi tilaa ovat laajentaneet viljelyalueitaan. Kahdella suurimmalla tilalla harjoitetaan maitotuotantoa. Molemmat tilat ovat laajentaneet toimintaansa lähivuosina. Tilojen eläinmäärät ovat kasvaneet reilusti vuonna 2000 tehtyyn selvitykseen nähden.

5.2.1 Tila Purhola

Purholan tilalle on vuonna 2005 annettu lupa uuden eläinsuojan rakentamiseksi. Eläinsuoja sijaitsee Hatsolassa, Ollikkalan kylässä. (Etelä-Savon Ympäristökeskus 2005). Eläinsuojaa lähellä olevat järvet ovat kaakon suunnassa n. 300 m päässä oleva pieni Haukilampi sekä koillisen suunnassa n. 300 m päässä oleva Murtosen-järvi. (Ympäristölupapäätös 2005). Tällä maitoa tuottavalla tilalla olevien eläinten määrä saa ympäristöluvan mukaan olla enintään sellainen, jonka lannantuotanto ei ylitä 70 lypsylehmän, 40 hiehon 41 kpl nuorkarja yhteenlaskettua lannantuotantoa. Eläinmäärät voivat keskenään vaihdella edellä mainituista. (Etelä-Savon Ympäristökeskus 2005.)

Toimintaa laajennettiin rakentamalla senaikaisen navetan lähialueelle uusi pihatto ja sen tukitoimintana lantalaksi noin 2000 m³ suuruinen lietesäiliö sekä rehua varten

laakasiilot. Vanha navetta saneerattiin muuhun käyttöön. Kuivalantalaa eläinsuojalle ei tehty lainkaan. Aikaisemmin käytössä ollut 1000 m³ lietesäiliö on eläinsuoja käytössä. (Etelä-Savon Ympäristökeskus 2005.)

Lupaehdoissa määritettiin kasvavaa eläinmäärää vastaavat lantaloiden ja peltoalojen suuruudet, annettu ohjeita mm. lietelantalan rakentamisesta, lietelannan levityksestä ja peltoihin jätettävistä suojavyöhykkeistä. Lähellä sijaitsevan pohjavesialueen suojelemiseksi Murtonen- ja Vihottu-järviin rajoittuvilla pelloilla on järven suuntaan jätettävä normaalia isommat suojavyöhykkeet. (Etelä-Savon Ympäristökeskus 2005.)

Peltoalat, joihin eläinsuoja tukeutuu viljelyn ja lannanlevityksen osalta, sijaitsevat hajallaan. Peltoja on sekä vitostien etelä- että pohjoispuolella. Toimintaan käytettävissä olevan peltoalan kokonaispinta-ala on tällä hetkellä 150,87 ha. (Ympäristölupapäätös 2005.)

Maituhuoneen ja eläinsuojan muut pesuvedet sekä eläinsuojan WC-vedet johdetaan lietesäiliöön. Lanta levitetään lietevaunuilla pääosin keväällä mullokselle ja mullataan välittömästi, viimeistään vuorokauden kuluessa levityksestä. (Ympäristölupapäätös 2005.)

Tilalla on kaksi pintakaivoa, joiden vettä käytetään yhdessä siten, että kaivojen pumpaus kytkeytyvät päälle vuorotellen. Asuinrakennus ja eläinsuoja ovat samassa verkostossa. Kunnan vesijohto, johon liitytään tarvittaessa, on 600 m päässä. (Ympäristölupapäätös 2005.)

Tilalla käytetään AIV-liuosta, joka antaa rehulle paremman säilyvyyden, lannoitteita sekä torjunta- ja kasvinsuojeluaineita. (Ympäristölupapäätös 2005.)

5.2.2 Tila Kääriäinen

Kääriäisten tila sai vuonna 2008 luvan laajentaa eläinsuojaa ja jo olemassa olevan karjasuojan toimintaa. Tila sijaitsee Juvan kunnan Ollikkalan kylässä. Talouskeskusta ympäröi laajahko peltoalue, joka rajoittuu etelässä n. 200 m päässä Haukilampeen ja

luoteeseen n. 300 päässä Murtosen-järveen. Eläinsuojan etäisyys pohjaveden muodostumisalueen rajasta on lyhimmillään n. 700 m. (Ympäristölupapäätös 2008.)

Eläinten määrää lisättiin ja tuotantorakennuksia uusittiin. Eläinsuojaan saa enintään sijoittaa 150 lypsylehmää, 46 emolehmää, 42 hiehoa ja 35 nuorkarjajärsilöä. (Ympäristölupapäätös 2008.)

Haukilammen tilalla harjoitetaan maidontuotantoa. Laajennuksessa eläinten määrä lisääntyi huomattavasti. Rakentaminen toteutui siten, että lehmille rakennettiin uusi halli ja vanha karjasuoja kunnostettiin nuorkarjalle. Lanta käsitellään tilalla lietelantana. Lienesäiliön tilavuus on 4 827 m³. (Ympäristölupapäätös 2008.)

Ympäristöluvan määräysten mukaan eläinsuojan toimintaa on harjoitettava siten, että lantaa, virtsaa, säiliörehun puristenestettä tai muita jätevesiä ei pääse kulkeutumaan pinta- tai pohjavesiin. Jotta ravinteita ei pääsisi kulkeutumaan pelloilta vesiin, on kiinnitettävä erityistä huomiota lannan levitykseen käytettävän peltoalan riittävyyteen ja suojaetäisyyksiin. Murtonen- tai Vihottu-järveen rajoittuvilla pelloilla on jätettävä vesistön suuntaan vähintään 30 m suojakaista. (Etelä-Savon ympäristökeskus 2008.)

Eläinten pito, rehujen kuljetus ja varastointi, lannan käsittely ja varastointi sekä kuljetus on hoidettava ja järjestettävä siten, ettei toiminnasta aiheudu kohtuuttomia haju- tai pölyhaittoja eikä haitallisia vaikutuksia pinta- tai pohjavesille tai haittoja vahinkoeläimistä. (Etelä-Savon ympäristökeskus 2008.)

Tilan pelloilla tuotetaan karkearehua ja viljaa karjan tarpeisiin. Peltoalalla saavutetaan 80 % omavaraisuus karjan rehustuksessa. Puuttuva osa rehusta ostetaan naapureilta ja rehutehtailta. Viljely ei tapahdu tilakeskuksessa tai sen lähipelloilla. Tilalla on peltoja useassa pienessä palassa. (Ympäristölupapäätös 2008.)

Lanta käsitellään lietteenä, joka levitetään mullokselle ja nurmille pintaa. Levitykseen käytettävää peltoa tilalla on yhteensä 130 ha. Lannan levityspeltoa sijaitsee pohjavesialueella 0,1 ha. (Ympäristölupapäätös 2008.)

Maitohuoneessa muodostuu jätevettä 140 m^3 ja ne johdetaan lietesäiliöön. Eläinsuojan muut pesuvedet, $30 \text{ m}^3/\text{a}$, sekä WC-vedet johdetaan myös lietesäiliöön. (Ympäristölupapäätös 2008.)

Tilalla on oma porakaivo. (Ympäristölupapäätös 2008). Kasvaneesta eläinmäärästä johtuen tilalle vedettiin vesiputki syksyllä 2009. (Suhonen 2011). Tilalla käytetään AIV-happoja, eläinsuojan pesuaineita, torjunta-aineita sekä lannoitteita. (Ympäristölupapäätös 2008).

5.3 Teiden kunnossapito

VT-5 kulkee hyvin lähellä Murtosen järveä. Valtatiellä käytetään talvisin suolaa, natriumkloridia vähentämään liukkautta. Suolausta käytetään vilkkaimmilla teillä, kuten VT-5:lla. Suolaa tiellä levitetään lämpötilan ollessa $-7 \text{ }^\circ\text{C}$ tai enemmän. (Destia 2011.)

Pohjavesialueen kohdalla on hiekkatie, jossa ei käytetä suolaa. Hiekkatielle levitetään hiekkaa liukastelun estämiseksi. (Destia 2011.)

Valuma-alueella on muutama soranottoalue. Maa-ainesotto on kuitenkin Murtosen ympäristössä loppumaan päin. Tielaitoksen Kirkkoharjun varastolla säilytetään sepe-
liä, liikennemerkkejä, muuta kalustoa ja ”kesäsuolaa” säkeissä. (Jääskeläinen 2000, 8.)

5.4 Asutus

Asutusta järven rannalla on sekä vakituksessa muodossa että loma-asuntona. Suurin muutos rannan asutuksen kannalta on se, että järven länsipuolen melkein kaikki asukkaat ovat liittyneet viemäriverkoston. Haja-asutuksen jätevesien lainsäädännön muutoksen yhteydessä varmasti moni muukin rannan asukas liittyy viemäriverkoston. (Sorjunen 2011.)

Aikaisemmin asutuksen jätevedet ovat aiheuttaneet ravinnekuormituksen lisäksi hygieenisii haittoja ja jätevesien orgaanisen aineen hajotus kuluttaa veden happivarantoa. Jätevesien haitat riippuvat jätevesienkäsittely menetelmistä, asutuksen tiheydestä, asu-

tuksen etäisyys vesistöön sekä vesistön biologisista, hydrologisista ja kemiallisista ominaisuuksista.

Karjatiiloilla ei ole viemärijärjestelmää, mutta heille tulee puhdasvesi tiloille. Juvan Luomu Oy luomumeijeri on liitetty viemäriverkostoon. (Sorjunen 2011.)

Järven rannalla on vielä vapaita tontteja sekä vakituisen asutuksen muodossa että lomaa-asutuksena. Tontit sijaitsevat järven etelä- ja pohjois-itäpuolella.

5.5 Pohjavesi

Murtosen pohjois-/itäpuolella sijaitsee pohjavesialue. Juvan kunta ottaa sieltä vettä kirkonkylän asukkaiden käyttöön. Juvan vesilaitoksen vedentarpeesta otetaan 20 % Murtosen järvestä. (Sorjunen 2011.)

Pohjavesialue on kaakkois-luode suuntainen pitkittäisharju, joka jakautuu useiksi rinna-
nakaisselänteiksi. Maa-aines on hiekkaa ja sora-hiekkaa. Harjun sydänosassa on hyvät hydrauliset yhteydet. Suoalueiden vuoksi veden laatu on heikko. Arvio muodostuvasta pohjavedestä on $950 \text{ m}^3/\text{d}$. Riskiä alueella voi muodostaa maa-ainesten otto. (Ylönen 2005, 9.)

Murtosen vedenottamo sijaitsee taajaman länsipuolella, Murtosen järven läheisyydessä. Turvallinen vedenoton määrä on $300\text{--}400 \text{ m}^3/\text{d}$, ettei alue ylikuormitu. Järvivesi imeytetään harjuun, joka estää rantaimetyymistä. (Ylönen 2005, 10.)

Vedenottamossa on yksi betonirengaskaivo, johon on tehty siivilät. Veden käsittelyssä käytetään ilmastusta ja pH säädetään lipeän avulla. Käsittelyssä käytetään myös UV-desinfiointia. (Ylönen 2005, 10.)

Vettä käytetään myös tekopohjaveden raaka-aineena. Vesi puhdistetaan allasimeytyksen avulla. Tätä ennen vesi on hapetettu imeytysaltaaseen tullessaan altaanreunalla olevan hapetusportaikon avulla. (Jääskeläinen 2000, 4.)

5.6 Murtosen kuormitus

Kuormitusta Murtoseen on aiheuttanut jätevesien laskeminen järveen. Aikoja sitten meijerin ja osan asuintalojen jätevesistä on laskettu meijerin jätevedenpuhdistamon kautta järveen. Rannan asukkaiden tietoisuus ympäristösuojelusta on ollut vähäistä eikä maataloudessa ympäristösuojelua otettu juurikaan huomioon. Näistä johtuen hajakuormitus on ollut aikoinaan voimakasta. Asiat ovat onneksi muuttuneet noista ajoista. Ympäristötietous on lisääntynyt, maatalous on kehittynyt, asukkaat ovat liittyneet kunnalliseen viemäriverkostoon eikä meijerin jätevedenpuhdistamoa ole enää käytetty vuoden 1993 jälkeen. Hajakuormitus on selvästi vähentynyt näiden parannuksien myötä.

Suurimmat kuormittajat ovat edelleen peltoviljely, kotieläintalous ja vakituinen asutus. Sisäinen kuormitus on hajakuormituksen rinnalla vesistöä rehevöittävä tekijä.

5.6.1 Fosfori

Suurin osa vesistöön kulkeutuvasta fosforista on peräisin luonnonhuuhtoumasta ja laskeumasta. Kuormitusta syntyy paikallisen pistekuormituksen ohella pääosin erityyppisestä hajakuormituksesta. Kuormituksen vaikutuksiin riippuvat maaperän laadusta sekä järven syvyysuhteista, tilavuudesta ja laimenemisolosuhteista. (Kotanen 2010, 41.)

Luonnonhuuhtouma lisää fosforia vesistöissä, mutta suurempi kuormittaja on ihminen. Ihmisen toiminnan seurauksena fosforia kulkeutuu vesistöihin ja se on tärkein rehevöitymisen syy. Tyypillisiä ihmisen toiminnan fosfori lähteitä ovat maa- ja metsätalous sekä asutuksen jätevedet. Muita kuormittajia ovat turvetuotanto, kalankasvatus ja teollisuuden jätevedet.

Fosforia pääsee poistumaan vesiekosysteemistä kahta kautta: virtaavan veden mukana ja sedimentoitumalla. Fosforidynamiikan kannalta keskeistä on vesistön sedimentin sisältämän fosforivaraston pysyvyys. Sedimentistä vapautuvan fosforin määrää säätelevät monet tekijät, kuten sedimentin pinnan redox-potentiaali, pH-taso, lämpötila ja veden virtaukset (konvektio, turbulenssi). Esimerkiksi hapettomissa olosuhteissa se-

dimentin ferrohydroksideihin sitoutunut fosfori liukenee veteen ja voi näin aiheuttaa ns. sisäistä kuormitusta. (Salonen 1992, 12.)

Fosforia ja typpeä pidetään pääkasviravinteina. Nämä kaksi ovat vesien tuotannon ja rehevöitymisen kannalta tärkeimmät ravinteet. Fosforin perusteella tulee kuitenkin määrittää järven rehevyystaso, koska se on yleensä järvivesien minimitekijä. Eli fosfori on se ravinne, jonka puute alkaa ensimmäiseksi rajoittaa tuotantoa. Vesistön rehevyystasoa arvioitaessa käytetään yleensä kesäkuukausina otettuja näytteitä vesistön pintakerroksesta. Luotettava käsitys rehevyystasosta saadaan, kun arvioinnissa käytetään ravinteiden ohella a-klorofyllipitoisuutta. (Suomen Ympäristökeskus 2010a)

5.6.2 Typpi

Typpi on yksi kasvien pääravinteista, ja se rajoittaa vesien perustuotantoa. Typpi edesauttaa vesistöjen rehevöitymistä, mutta sen rehevöittäviä vaikutuksia ei kuitenkaan pidetä yhtä voimakkaina ja uhkaavina kuin fosforin. Kokonaistyyppipitoisuutta ei käytetä yksinään järven rehevyyttä kuvaavana tekijänä.

Järveen typpeä tulee laskeuman kautta ilmasta tai valumina maaperästä. Typpeä pääsee veteen orgaanisten aineiden hajoamistuotteena, maa- ja metsätaloudesta (mm. lannoitteista ja turvetuotannosta) sekä teollisuuden ja asutuksen jätevesien mukana.

Ilmasta tuleva typpi on siinä mielessä merkityksellinen, että se on suoraan lähes täydellisesti epäorgaanisessa, perustuottajille välittömästi käyttökelpoisessa muodossa. Typpikaasun sidontakyky perustuu nitrogenaasientsyymin toimintaa. Tämä toiminta rajoittuu tiettyihin bakteeri- ja sinilevälajeihin. Näitä organismeja elää sekä vapaina että symbioosissa kasvien ja eläinten kanssa. (Salonen 1992, 12.)

Rehevöityvissä vesistöissä perustuotanto runsastuu ja näin kasvillisuus lisääntyy ja lajimäärä kasvaa. Vesistössä lajisto alkaa muuttua, kun vähäravinteikkaampien vesien lajit väistyvät ravinteikkaampien vesien lajien tieltä. (Luonnontila 2010.)

5.6.3 Rehevöityminen

Rehevöityminen eli eutrofisoituminen on yksi vesistöjen suurimmista ongelmista. Rehevöityminen tarkoittaa ravintosuolojen määrän kasvua ja siitä seuraavaa leväkasvun lisääntymistä. (Pleym 1989, 33.)

Happikato on rehevien järvien, kuten Murtosen, ongelma. Happikadon syy on fosfori- ja typpiravinnekuormitus. Järvessä syntyy yhteyttämisen seurauksena paljon kasvimassaa, joka hajotessaan kuluttaa happea. Kasvit tarvitsevat kasvaakseen auringon valoa, hiilidioksidia ja ravinteita. Jonkin välttämättömän ravinteen loppuessa kasvu hidastuu. Murtosessa ensimmäisenä ravinteista loppuu fosfori ja näin fosforista muodostuu kasvua rajoittava nk. minimiravinne.

Järven pohjalle kerääntyy hajoavaa biomassaa. Hajoamisessa vapautuu ravinteita. Osa ravinteista sitoutuu pohjasedimenttiin ja poistuu kierrosta. Sedimentistä fosfori lähtee kuitenkin uudelleen kiertoonsa, jos happi loppuu sen vesikierrosta. Pohjasedimentistä nouseva fosfori pitää rehevöitymistä yllä, vaikka ulkoisia päästöjä rajoitettaisiinkin. (Laukkanen 2005, 86.)

Rehevöityneen järven ravinteet ovat sopivia pikkukaloille. Särkikala valtaisuus kuvastaa rehevää järveä. Jos rehevöityminen etenee pitkälle, voi kalakuolemia esiintyä, etenkin pitkän jääpeitteisen talven aikana. (Laukkanen 2005, 88.)

Rehevöitymisen seurauksena sinilevien yleistymisen on tyypillistä. Kuitenkaan Murtosessa ei esiintynyt sinilevää kesän 2010 aikana. Rehevöitymisestä seuraa myös kasvillisuuden muuttuminen. Järvessä alkaa kasvaa korkeita vesikasveja, kuten järvikorte, järviruoko ja kurjenmiekka. Nämä lajit ovat tyypillisiä Murtosen vesikasveja. Matalat lahdet ovat kasvaneet umpeen vesikasveista.

6 KÄYTETTY TUTKIMUSMENETELMÄT JA LAITTEISTOT

Näytteitä järvestä otettiin kevättalvella ja kesällä 2010. Niistä määritettiin standardien mukaisesti järven biologisia tekijöitä, veden laatutekijöitä sekä hydrologis-morfologiset tekijät. Tuloksista hahmoteltiin järven ekologinen luokitus ja tarkasteltiin yleisesti järven tilaa.

Planktonleviä ei ole paljoa talvella, joten määrittäminen tehtiin kesällä. Sääolosuhteet vaikuttavat pitoisuuteen, joten mittaukset suoritettiin kahdessa erässä 12.7.2010 ja 20.8.2010. Ensimmäisessä määrittämisessä määrittäminen tehtiin kahdesta eri syvyydestä lisäksi yhtenä kokoomanäytteenä, toisessa kolme rinnakkaisnäytettä viidestä eri syvyydestä. Määrittämiset tehtiin standardin SFS 5772 mukaan. Ohjeessa neuvottiin käyttämään uuttoon 10 tai 15 ml etanolia, mutta olosuhteista johtuen käytin 7 ml. (SFS 5772).

Kasviplanktonia Murtosessa tutkittiin 24.9.2010. Tutkimuksessa käytettiin apuna Vesitalous-lehden julkaisua kasviplanktonin tutkimusmenetelmistä. Tutkimusta varten järvestä otettiin kokoomanäyte (syvyydet: 1 m; 1,5 m; 2 m; 2,5 m ja 3 m). Näytteet otettiin 20.8.2010. Kasviplanktonin kestäväimiseksi lisätään näytteeseen hapanta Lugol-liuosta. Näyte muuttuu Lugol-liuoksen johdosta vaalean ruskeaksi. Näytteet säilytetään viileässä tunnistusta varten. Ennen tunnistusta näyte tuli laskeuttaa. Julkaisun mukaan näytettä laskeutetaan 24 h, kun laskeutuskammion ja kyvetin tilavuus on 25 ml ja korkeus 5 cm. Tunnistus tehtiin Mikkelin Ammattikorkeakoulun mikroskooppilla.

Pohjaeläimiä järvestä tutkittiin sekä kevättalvella 2010 että kesällä 2010. Ensimmäisen kerran pohjaeläimiä otettiin talvella 29.3.2010 Murtosen länsirannalta. Näytettä otettiin uimarannan läheisyydestä. Toinen näytteenotto oli kesällä 2010 heinäelokuussa. Näytettä kerättiin järven etelärannalta. Molemmat näytteet otettiin Gynther-tyyppisellä näytteenottomella. Näytteenotin on haavi, joka laskettiin viritettynä järven pohjaan ja se kauhaisi näytteen. Näytteet seulottiin erikokoisilla siivilöillä. Siivilöinnin jälkeen näytteet säilöttiin 70 % alkoholiin ja tunnistettiin mikroskooppilla.

Kalaston määrittämisessä käytettiin Juvan kunnan toimeen panosta vuonna 1993 tehtyä verkkosarjakalastusta ja siitä saatuja tuloksia. Tutkimuksessa ei siis pyydetty kalaa, vaan tulokset perustuvat Etelä-Savon Ympäristökeskuksen laatimaan raporttiin, Juvan lähivesien kunnostussuunnitelma.

Ensimmäinen kalastus Murtosessa tehtiin 1989, jolloin kalastettiin paunetilla viikon ajan. Saaliiksi saatiin yli tuhat kiloa särkeä. Muut kalat oli laskettu takaisin järveen. Keväällä 1993 pyydettiin uudestaan paunetilla. Verkkokalastus suoritettiin kahdessa

jaksossa. Ensimmäinen pyynti tapahtui pohjoisrannan läheisyydessä ja toinen pyynti keskellä järveä. Kalastuksen yhteydessä suoritettiin kaloista makutesti. Makuhaittoja voi ilmentyä etenkin rehevissä vesissä. Makuhaitat eivät ole terveydelle vaarallisia, mutta laskevat kalaston käyttöä. Kalastuksen saaliin ollessa hyvin särkipainotteinen, testi suoritettiin ainoastaan särjen perusteella. Testissä käytettiin särjen selkäfileetä, joka oli käsitelty ruodottomaksi ja jauhettu lihamyllyllä kalamassaksi. Testin laatu oli vertailutesti ja siinä verrattiin Murtosen särkiä raikkaalta alueelta pyydettyyn särkeen. Näyte-erä valmistettiin samalla tavalla kuin Murtosen näyte-erä. Raportissa ei mainita, mistä vertailuerä oli pyydetty. Maistelijoina testissä oli kuusi kappaletta. Vuonna 1999 Murtosessa suoritettiin myös paunettipyynti. Tässä kalastuksessa saaliiksi tuli myös melkein pelkästään särkeä.

Kasvillisuutta järvestä tarkkailtiin jokaisella käyntikerralla. Järvi käytiin läpi pienissä osissa. Rannoilla kasvaa paljon ilmaversoisia lajeja. Järven ollessa matala viihtyvät uposlehtiset ja kelluslehtiset lajit melkein koko järven alueella.

Murtosen vesinäytteet kemiallisen hapenkulutuksen osalta otettiin 24.8.2010 ja määritettiin samana päivänä. Kemiallisen hapen kulutuksen määrittämiseen käytettiin standardia SFS 3036. Määrittämisessä hapettuvat myös humusyhdisteet, joten se kuvaa järven humusleimaisuutta. Mitä enemmän järvestä on humusta, sen suurempi COD_{Mn} -pitoisuus on. (SFS 3036.)

Kokonaisfosforinäyte otettiin 24.8.2010. Työssä käytettiin standardia SFS 3026. Sen perusteella määritettiin Murtosen järven kokonaisfosforipitoisuus. Kokonaisfosfori kertoo veden sisältämän fosforin eri muotojen kokonaismäärän. (SFS 3026.)

Nitraattia työssä määritettiin kahdesta eri näytteenotto kerralla otetuista vesinäytteistä (20.7.2010, 24.8.2010). Elokuussa otetuissa näytteissä oli kahdesta eri syvyydestä vesinäytettä. Nitraattipitoisuuden määrittämiseksi työssä käytettiin standardia SFS 5752. (SFS 5752.)

Sedimenttinäytteet otettiin 20.7.2010 meijerin edestä. Sedimentti oli ulkonäöltään paksu, tumma ja pehmeä. Haju oli hyvin voimakas. Näytteet otettiin putkinäytteenottimella ja pussitettiin kerroksittain 0 – 1, 2 – 3, 4 – 5 jne. Näytteet pakastettiin myö-

hempää määrittystä varten. Määrittys tapahtui syyskuussa. Näytteistä tutkittiin kuiva-aine ja hehkutusjäännös. Määrittäksessä käytettiin standardia SFS 3008. Kuiva-aine on se liuenneen ja kiinteän aineen massa, joka jää jäljelle, kun näytettä haihdutetaan ja kuivataan. Hehkutusjäännös taas on se aineen massa, joka jää jäljelle, kun näytettä haihdutetaan, kuivataan ja hehkutetaan. (SFS 3008.)

7 TULOKSET

7.1 A-klorofylli

Ensimmäisen näyte (12.7.2010) joka oli 1,5 m pinnasta, pitoisuus oli korkeampi kuin syvemmältä 3 m otetussa näytteessä. Kokoomanäyte oli huomattavasti matalampi kuin näytteet tietystä syvyydestä. Tulokset on esitetty taulukossa 1.

TAULUKKO 1. Ensimmäisen a-klorofyllinäytteen tulokset.

Syvyys (m)	a-klorofyllipitoisuus µg/l
1,5	8,1
3	7,2
0,5-3,0 (kokoomanäyte)	4,1

Toinen näyte (28.8.2010) oli kokoomanäyte eri syvyyksistä. Syvyydet olivat 1 m; 1,5 m; 2 m; 2,5 m; 3 m. Rinnakkaisnäytteet olivat karun ja lievästi rehevän pitoisuustason rajamailla. Tulokset on esitetty taulukossa 2.

TAULUKKO 2. Toisen a-klorofyllinäytteen tulokset.

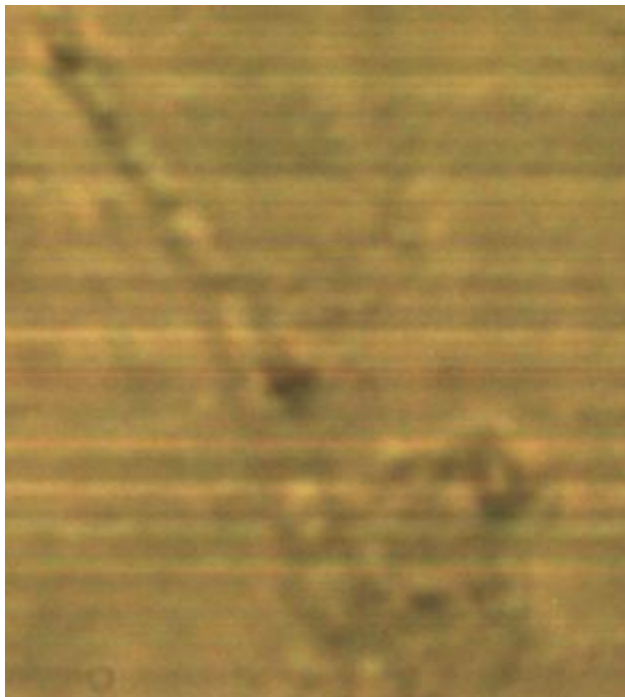
Näyte	a-klorofyllipitoisuus µg/l
1	4,0
2	5,1
3	3,2

7.2 Kasviplankton

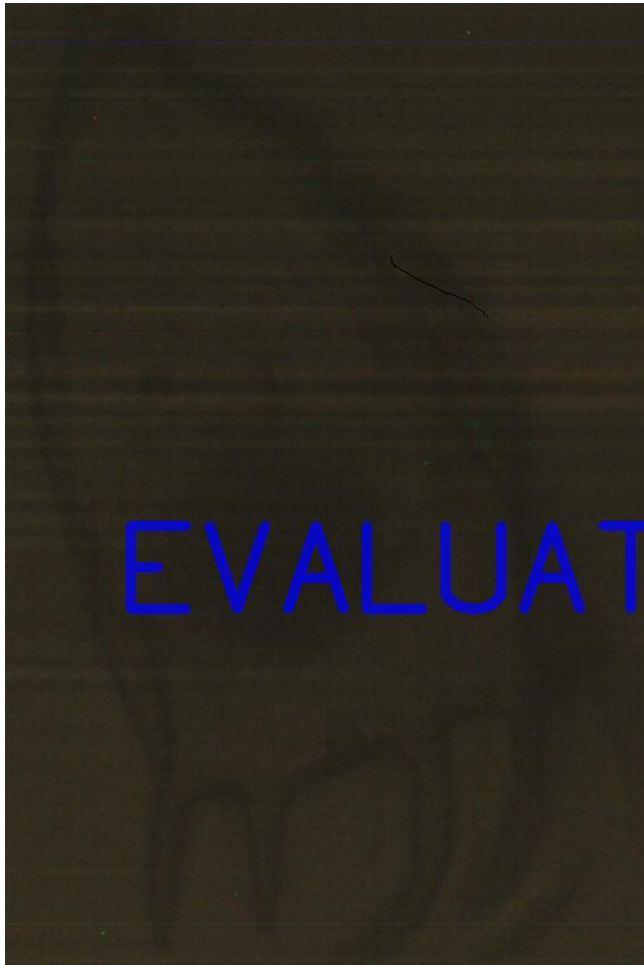
Levien tunnistaminen perustuu tunnistukseen kirjasta. Tunnistus ei siis ole ammattilaisen tunnistusta vaan kuvavertailua. Tunnistuksessa löytyneet kasviplanktonit: *Tabellaria binalis* (piilevä), *Tabellaria fenestrata* (piilevä), *Synedra pulchella* (piilevä), sinilevä ja kultalevä. Tunnistettuja kasviplanktoneita on esitetty kuvissa 4,5 ja 6.



KUVA 4. *Synedra pulchella*.



KUVA 5. *Tabellaria binalis*.



KUVA 6. Kultalevä

7.3 Pohjaeläimet

Talvella pohjaeläintutkimuksessa löydettiin punaisia surviaissääsken toukkia ja valkoisia toukkia, joita ei pystytty tunnistamaan. Kesällä näytteestä löydettiin samoja tunnistamattomia valkoisia toukkia ja järvisimpukoita. Simpukoita löytyi ympäri järveä, mutta runsaimmillaan ne olivat järven etelärannalla.

7.4 Kalasto

Kalastuksessa saaliiksi tuli vain kilo kalaa. Tähän tulokseen on laskettu kaikki lajit mukaan. Tulokseen vaikutti luvattomat pyyntimiehet, jotka olivat käyneet tyhjentämässä paunetin varsinaisten kalastajien ollessa poissa. Tempu oli huomattu paunetin peräosan solmujen vaihdoksesta. Saalis oli hyvin särkivaltainen. Kappalemäärästä

särkeä oli 97 %. Muita kalalajeja olivat ahven, kiiski ja salakka. Särki ja ahven ovat lajeja, jotka kestävät rehevöitymistä.

Vertailunäyte:

haju raakana:	5	(hyvin mieto)
haju keitettynä:	5	
maku keitettynä:	4,8	

Murtosen näyte:

haju raakana :	4,2	(haju mieto, ei eroa vertailunäytteestä)
haju keitettynä:	4	(pienä härskin hajua, tunkkainen, mutainen)
maku keitettynä:	3	(vanhan kalan maku, mudan maku, kitkerän tunkkainen, ei raikas, miedompi kuin vertailu)

Testissä Murtonen ei saanut huonoja arvosteluita. Arvostelussa käytettiin asteikkoa 0 – 5, jossa 5 oli erinomainen ja 0 huono. Arvostelun lisäksi testissä sai antaa sanallisia kommentteja. Maku keitettynä sai huonoimmat arvostelut, jossa kala koettiin esim. kitkerän tunkkaiseksi.

7.5 Kasvillisuus

Vesikasvillisuus Murtosessa on hyvin runsasta. Kuormituksen vaikutukset huomaa hyvin järvessä esiintyvistä tiheistä vesikasvillisuus vyöhykkeistä. Runsa ravinteisuutta suosivia lajeja järvessä ovat: pikkulimaska, karvalehti, tähkä-ärviä, vesirutto, kurjenmiekka ja osmankäämi. Jotkin vesikasvilajit eivät välitä ravinteikkuudesta. Tällaisia ravinteikkuudesta riippumattomia lajeja Murtosessa ovat: vesisherne, järviruoko, ahvenvita, pohjanlumme, ulpukka, uistinvita, järvikorte, järvikaisla. Järvessä esiintyy myös muita eri vaateliaisuustasoihin kuuluvia lajeja. Murtosessa esiintyvät vesikasvilajit on esitetty tarkemmin kasvillisuuskartassa. (Liite 9).

7.6 pH

pH määritettiin järvestä talvella 2010 ja kesällä 2010. pH on talvella happaman puolella ja kesällä hieman koholla yhteyttämisen vuoksi. Taulukossa 3 on järvestä mitatut pH-arvot.

TAULUKKO 3. Murtosen järvestä mitatut pH-arvot.

Aika	Paikka	Syvyys (m)	pH	Lämpötila (°C)
29.3.2010	Uimarannan läheisyys	1 m	6,24	1,3
29.3.2010	Uimarannan läheisyys	2 m	6,06	1,6
12.7.2010	Pohjoisranta	1,5 m	7,65	21,7
12.7.2010	Pohjoisranta	3,0 m	7,42	24,8

7.7 Happipitoisuus, kyllästysaste, sameus, sähkönjohtokyky, väri ja humus

Happitilanne on päiväsaikaan hyvä, mutta järvestä esiintyvät vesikasvit, kuten vesirutto kuluttaa happea, ja onkin syytä epäillä, että yöaikaan järvestä on happikato. Päivän aikana vesikasvien yhteyttämä happi kuluu vedestä yöllä hengitys- ja hajotustoimintaan. Talvella järvestä on happi lopussa. Happikatoa esiintyy matalissa ja rehevissä järvissä, jollainen Murtonen on. Jääpeite estää happitäydennyksen ilmasta ja yhteytyminen on keskeytyksissä. Eloperäisen aineen hajoaminen jatkuu läpi koko talven ja näin syntyy happikato. Happipitoisuus Murtosessa on hieman huononlainen ja kyllästysastekin huononee pohjaa päin mentäessä. Järvestä esiintyy happikatoa ajoittain. (Liite 2.)

Sameus mitattiin 12.7.2010 ja se alitti 1,5 raja-arvon, jonka katsotaan olevan erinomaisen raja. Eli luokituksessa Murtonen olisi erinomaisessa kunnossa, sameuden perusteella. (Liite 2.)

Sähkönjohtokykyä mitattiin Murtosesta kahdessa eri otteessa 12.7.2010 ja 20.7.2010. Molemmilla kerroilla johtavuus jäi alle 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Arvot ovat korkeat, muttei miten-

kään huomiota herättäviä. Mittauksissa arvot nousivat sitä enemmän mitä syvemmältä mittausta tehtiin. (Liite 2.)

Järven väriä mitattiin 12.7.2010 otetuista näytteistä. Näytteet otettiin kahdelta eri syvyydeltä. Tulokset asettuvat molemmissa näytteissä lievästi humuspitoisen järven alueelle. Murtonen on luokiteltu humusjärveksi Etelä-Savon Ympäristökeskuksen luokittelussa. (Liite 2.)

7.8 Kemiallinen hapenkulutus

Järvestä määritettiin myös kemiallinen hapen kulutus. Hapen kulutus, COD_{Mn} , kertoo veden kemiallisesti hapettuvien orgaanisten aineiden määrän. Orgaaninen aines on eloperäistä ainetta eli humusta, jätevettä, karjatalouden päästöjä tai luonnonhuuhtoutumaa. Kemiallinen hapenkulutus on esitetty taulukossa 4. Tuloksien perusteella järvi on humuspitoinen.

TAULUKKO 4. Kesän 2010 kemiallinen hapenkulutus.

Näyte	Natriumtiosulfaattiliuoksen tilavuus ml	Kemiallinen hapen kulutus mg/l
nolla	2,8	
1,5 m syvyydestä	1,45	10,8
3 m syvyydestä	1,8	8
Haukilampi	1,55	10

7.9 Veden korkeus ja näkösyvyys

Murtonen on niin matala järvi, että siinä näkee pohjaan melkein koko järvessä. Näkyvyys heikkenee muutamissa syvissä kohdissa, jotka sijaitsevat lännessä luomumeijerin edessä (syvyys 2,3 m) ja idän lahdessa (syvyys 4,8 m). Järven näkösyvyys on parantunut vuosien varrella. Ennen pohjaan ei nähnyt kunnolla, mutta nyt se näkyy melkein koko järven alueella.

7.10 Fosfori

Tutkimuksissa saadut tulokset viittaavat rehevään järveen. Kaikissa näytteissä kokonaisfosforipitoisuus oli yli 20 µg/l, jota pidetään rehevöityneen järven kokonaisfosforipitoisuusrajana. Suurin kokonaisfosforipitoisuus saatiin näytteenottopaikasta, johon kohtaan Haukilampi laskee. Haukilammesta tulee siis fosforikuormitusta Murtoseen. Haukilammen läheisyyteen sijoittuvat kaksi suurta tilaa, jossa on eläin- sekä maataloutta. Murtosen kokonaisfosforipitoisuus on ylittänyt jokaisessa näytteenottopisteessä vuosien varrella yli 20 µg/l arvon. Järveen on vuosien varrella ollut kokoajan fosforikuormitusta, joka rehevöittää järveä. (Liite 3.)

7.11 Typpi

Tutkimuksessa saadut nitraattipitoisuudet olivat todella matalia, joten Murtosessa typpi ei ollut nitraattina, vaan jonain muuna typen yhdisteenä. Kaikki näytteistä mitatut arvot olivat samaa luokkaa, mutta arvot olivat alle nollanäytteen. Saatuja nitraattipitoisuuksia tarkasteltaessa voidaan sanoa, että näytteiden nitraattipitoisuus oli alle määrittämissä rajoissa. Tuloksella ei ole vaikutusta järven luokitteluun, koska nitraattia ei käytetä järven käyttökelpoisuusluokituksen suureena. (Liite 4.)

7.12 Sedimentti

Kuiva-aine- % ja hehkutushäviön (100 % - hehkusjäännös %) perusteella on mahdollista arvioida näytepaikan pohjan laatua. Sedimentaatiopohjille tyypillinen kuiva-ainepitoisuus (ka) on <25 % ja hehkutushäviö (hh) >10 %. Kuljetuspohjilla ka 25–75 % ja hh 4–10 %. Eroosiopohjilla ka >75 % ja hh <4 %. (Pallonen 2001, 14.) Näytteiden perusteella Murtosen järvenpohja on sedimentaatiopohja. Kaikissa kerroksissa kuiva-ainepitoisuus jäi alle 25 % ja hehkutushäviö on yli 10 %. (Liite 5).

7.13 Virhearviointi näytteenotossa ja mittauksissa

Näytteenotto tehtiin jokaisen muuttujan kohdalla manuaalisesti Mikkelin Ammattikorkeakoulun näytteenottimilla. Näytteenotossa on mahdollisesti voinut tulla virheitä näytteenottopaikan syvyyksissä ja paikantamisessa. Myös näytteenottoon liittyvät

käyttövirheet ovat mahdollisia, joskaan eivät todennäköisiä. Näytteet säilytettiin ennen tutkimista ammattikorkeakoulun laboratoriossa. Näytteen pitoisuudet ovat voineet muuttua säilytyksen aikana biologisten prosesseiden vuoksi, etenkin jos näytettä on säilytetty lämpimässä.

Mittauksista johtuvat virheet ovat todennäköisempiä kuin näytteenottovirheet. Näytteen tai siihen sekoitettavien aineiden mittausvirheitä on voinut sattua. Mittauksissa käytettävien laitteiden käyttövirheitä on voinut sattua. Tuloksien tulkintavirhettä en pidä mahdollisena.

Näytteenotosta ja mittauksista johtuvat virheet ovat voineet johtaa virheelliseen tulokseen. Virheet eivät ole todennäköisesti niin suuria, että järvestä saadut tulokset ja sitä tehdyt johtopäätökset ja luokittelut olisivat virheellisiä.

Tutkittavia muuttujia olisi ollut syytä miettiä tarkemmin, mm. nitraatin sijasta olisi kannattanut todennäköisesti tutkia jokin muu typpiyhdiste esim. ammoniumtyppi. Kesä 2010 oli todella kuuma ja kuiva kesä. Muuttujat olisivat voineet olla suuremmatkin, jos ojista olisi virrannut vesi järveen.

8 TULOSTEN TARKASTELU

Käyttökelpoisuusluokituksessa on siis hyvinkin erilaiset luokittelukriteerit kuin ekologisessa luokittelussa, joten Murtoselle myös ekologisen luokittelun lisäksi luokittelu käyttökelpoisuusluokan perusteella. Luokittelua ei verrata toisiinsa, mutta molempien luokituksen perusteella saadaan laajempi kokonaiskuva järven tilasta.

Käyttökelpoisuusluokan hahmottamiseksi käytän määrittelyssä käytettyjä muuttujia: a-klorofylli, kokonaisfosfori, happipitoisuus %, sameus, väri ja näkösyvyys. Muuttujien arvot sijoituivat luokituksessa alueelle tyydyttävä - erinomainen.

A-klorofylli on vihreissä kasveissa oleva pigmentti eli lehtivihreää. Se on välttämätön niiden fotosynteesissä. A-klorofyllipitoisuus kuvaa planktonlevien runsautta vedessä. Pitoisuus on verrannollinen järven rehevyystasoon. Taulukossa 5 on luokiteltu a-

klorofyllipitoisuuden mukaan vedessä. Kesällä 2010 otettujen näytteiden pohjalta Murtonen olisi lievästi rehevä järvi. Aiemmin kesällä otetuissa näytteissä pitoisuudet eri syvyyksissä olivat korkeammat kuin myöhemmin kesällä otetuissa näytteissä. Määrityksien perusteella levämassaa Murtosen järvessä kesällä 2010 oli jonkun verran, mutta luokittelu jää lievästi rehevän järven mukaiseksi.

TAULUKKO 5. Luokittelu a-klorofyllipitoisuuden mukaan. (Suomen Ympäristökeskus 2011b.)

Rehevyystaso	Pitoisuus µg/l
Karu	alle 4
Lievästi rehevä	4-10
Rehevä	10–20
Erittäin rehevä	20–50
Yli rehevä	yli 50

Etelä-Savon ELY -keskus teki myös kesällä 2010 jokavuotisen leväkartoituksen. Murtonen oli valittu yhdeksi 17 kohteesta. Kartoituksessa tarkkailtiin viikoittain samaa kohtaa ja sen sinilevähavaintoja. Kartoitus ei anna kuvaa koko järven levätilanteesta. Kartoituksessa ei havaittu sinilevä esiintymiä. (Sojunen 2011.)

Ekologisen luokituksen kannalta raja-arvot ovat hieman erilaiset. Erinomaisen luokituksen saavuttamiseksi a-klorofyllipitoisuus tulee olla 12 mg/l tai vähemmän. Murtosessa ei viime kesänä raja-arvoa ylitetty Etelä-Savon ELY-keskuksen tutkimuksissa eikä minun suorittamissa määrittelyissä. (Manninen 2011).

Veden sameus johtuu veteen liukenemattomista aineista, kuten savesta ja leväkasvustosta. Sameuden voimakkuus riippuu liettyneen aineen pitoisuudesta ja sen hiukkaskoosta. Suspendoituneiden hiukkasten ja kasviplanktonin vesimassassa katsotaan olevan syynä useimpien matalien järvien sameuteen. Hiukkasten sedimentoituminen järven pohjalle ja siirtyminen takaisin vesimassan kiertoon on tärkeä osa erityisesti matalien järvien dynamiikkaa. (Sheffer 1998.) Sameuden perusteella arvioidaan veden puhdistuksen tarvetta. Sameus ei tee vedestä käyttökelpotonta (riippuen tilantees-

ta), koska sameus voidaan poistaa suodattamalla. Kirkkaan veden sameus on alle 1FTU:ta (Formazin Turbidity Units).

Platina-asteikon mukaan veden väri riippuu miltei yksinomaan veden humuspitoisuudesta. Muualla maailmassa humusvesiä on vähän, mutta Suomelle ne ovat yleisiä. Humuksen sisällöstä ja ominaisuuksia tunnetaan hyvin vähän. Humusta syntyy ja kasaantuu maaperään sitä enemmän, mitä hitaampaa orgaanisen aineen hajoaminen on. Maaperässä alhainen lämpötila ja korkea kosteus hidastavat eloperäisen aineksen hajoamista. Humus valuu suoalueilta vesistöön ja tekee järvistä humuspitoisia.

Järveä sanotaan oligohumooseksi, kun veden väriarvo on pienempi kuin 40 mg Pt/l, jolloin näkösyvyys on yli 3,5 m. Kun väriarvo on 40 -80 mg Pt/l ja näkösyvyys on 1,25 -3,5 m on järvi mesohumoosi. Polyhumoosinen järvi on värin ollessa yli 80 mg Pt/l ja näkösyvyys on vähemmän kuin 1,25 m. Suomen järvistä yli puolet on arvioitu olevan polyhumoosisia. Taulukossa 6 on väriohjearvoja.

TAULUKKO 6. Järvien värille annettuja ohjearvoja. (Suomen Ympäristökeskus 2004e).

Väriluku (mg Pt/l)	Veden humuspitoisuus
5-15	kirkas/väritön
20-40	lievästi humuspitoinen
40-100	humuspitoinen
Yli 100	erittäin humuspitoinen

Happea järvi saa kahdesta eri lähteestä: suoraan ilmakehästä sekä fotosynteesin eli yhteytyksen kautta. Happea kuluu kuitenkin koko ajan hengitys- ja hajotustoiminnassa. Ellei happea tule suuremmissa määrin kuin sitä kuluu, seuraa happikato. Hapen ja hiilidioksidin (jota syntyy kasvien, eläinten ja hajottajien hengityksessä) esiintyminen riippuu: lämpötilasta, fotosynteesistä, kaikkien eliöiden hengityksestä, ilmasta suoraan tapahtuvasta liukenemisesta, muiden kaasujen esiintymisestä (osapaineiden vaikutuksen kautta) ja kemiallisesta hapettumisesta.

Kyllästysaste kertoo, kuinka paljon vedessä on liuennutta happea verrattuna siihen happimäärään, mitä sen lämpöinen vesi voisi enimmillään sisältää. Kesällä kyllästysaste voi olla yli 100 % tehokkaan yhteyttämistoiminnan seurauksena. Tässä tilanteessa vedestä vapautuu ilmakehään happea. Hyväkuntoisessa järvessä hapen kyllästysprosentti sijoittuu välille 80 -120 %.

TAULUKKO 7. Käyttökelpoisuusluokituksen luokkarajat (Suomen Ympäristökeskus 2009g.) / Murtosen tulokset.

	I	II	III	IV	V	Murtonen
Klorofylli-a (µg/l)	< 4	< 10	< 20	20–50	> 50	8,1
Kokonaisfosfori (µg/l)	< 12	< 30	< 50	50–100	> 100	31,4–41,8
Näkösyvyys (m)	> 2,5	1-2,5	< 1			n. 2
Sameus (FTU)	< 1,5	> 1,5				1,39
Väriluku	< 50	50–100 (< 200)	< 150	> 1,50		34
Happipitoisuus (%) päällysvedessä	80–110	80–110	70–120	40–150	vakavia happi- ongelmia	72,6
Kalojen makuvirheet	ei	ei	ei	yleisiä	yleisiä	ei

Suomen Ympäristökeskuksen käyttökelpoisuusluokituksen luokkarajat / Murtosesta mitatut suureet on esitetty taulukossa 7. Taulukossa roomalaiset kirjaimet tarkoittavat luokkaryhmää, jossa I = erinomainen, II = hyvä, III = tyydyttävä, IV = välttävä ja V = huono.

Muuttujien vaikutusta järven laatuun tarkasteltaessa käyttökelpoisuusluokka on hyvä kesän 2010 saatujen tuloksien perusteella. Käyttökelpoisuusluokkaa hahmottaessa mukaan olisi voinut ottaa alusveden hapettomuuden ja levähaitat, mutta näistä tekijöistä ei ole varmaa tietoa. Alusveden epäillään olevan ajoittain hapettomassa tilassa ja leväesiintymiä olevan satunnaisesti.

Hyvässä kunnossa olevan vesialueen katsotaan olevan luonnontilainen, mutta lievästi rehevöitynyt tai selvästi humuspitoinen. Leväesiintymiä voi esiintyä paikoittain. Ve-

den katsotaan sopivan eri käyttömuotoihin. Järvestä tehty aiempi käyttökelpoisuusluokka on myös hyvä.

Järven ekologinen tilan arvioiminen tapahtuu biologisten tekijöiden perusteella: kasviplankton, kasvillisuus, pohjaeläimet ja kalat. Arvio ei ole asiantuntijan arvio, vaan perustuu Suomen Ympäristökeskuksen ohjeeseen 3/2009, Pintavesien ekologisen tilan luokittelu.

Kasviplanktonin kohdalla perusteena on a-klorofylli, jonka erinomaisen luokkaraja on 12 µg/l ja Murtosesta korkein a-klorofyllipitoisuus oli kesällä 2010 1,5 m syvyydestä 8,1 µg/l, eli luokitellaan erinomaiseksi. Sinilevien %-osuus oli 11 ja se sijoittuu luokittelussa erinomainen/hyvä ja hyvä/tydyttävä välille. Sinilevien kohdalla arvio on hyvä.

Kasvillisuudessa käytettiin tyyppilajien suhteellinen osuus kokonaislajistosta ja referenssi-indeksiä. Suhteellinen osuus 0,4 ja se sijoittuu myös väliin erinomainen/hyvä ja hyvä/tydyttävä, joten arvio on hyvä. Referenssi-indeksi, 16,7, kertoo erinomaisesta luokasta.

Pohjaeläimien ja kalaston kohdalla ekologista luokitusta ei voi tehdä. Pohjaeläimiä järvestä löytyi niin vähän, ettei niistä ole luokituksen perusteeksi. Pohjaeläimiä otettiin vain kahtena näytteenottokertana eli hyvin vähän, simpukoita tosin näkyi jokaisella järvelle tehdyllä näytteenottokerralla. Järvisimpukat vaativat happea ja viihtyvät pehmeäpohjaisissa ja runsasravinteisissa vesistöissä. Pienen yksilömäärän perusteella ei voi tehdä totuudenmukaisia johtopäätöksiä. Kalaston kohdalla työssä käytettiin vanhaa materiaalia, joka ei anna selkeää kuvaa järven kalastosta. Tosin särkikaloja pidetään yhtenä rehevän järven mittana. Myös ekologisessa luokituksessa katsotaan särkikaloiden yleisyyttä. Särkikaloiden biomassaosuutta tarkasteltaessa luokituksestaan huono tilan ala-arvo on 88 %.

Etelä-Savon Ympäristökeskus on tehnyt Murtosesta ekologisen luokittelun, joka perustuu asiantuntijan arvioon. Arvio on perustunut a-klorofyllipitoisuuteen. Tutkimuksessa Murtosen a-klorofyllipitoisuudeksi oli saatu 6,9 µg/l, joten luokitus on erinomainen. Erinomaisen ekologisen luokituksen raja on 12 µg/l. (Manninen 2010.)

Kasviplanktonin ja kasvillisuuden perusteella Murtosen järven ekologinen laatu on hyvän ja erinomaisen välillä. Järvestä mitatut muut tekijät huomioon ottaen, lopullinen luokka on hyvä. Ekologinen luokka hyvä, on tässä tutkimuksessa saatujen tuloksien perusteella tehty arvio.

9 MURTOSEN KUNNOSTUS

Kunnostuksessa on huomioitava tarkasti millaiset, ovat lähtökohdat ja minkälaiset ovat resurssit. Paras lopputulos saavutetaan yleensä yhdistelemällä ja toistamalla monia eri menetelmää. Myös menetelmien toisto takaa parhaan lopputuloksen. Kunnostuksessa tulee huomioida sen kesto. Tulosta saadaan joillakin menetelmillä nopeasti, mutta huomattava tilan parantaminen vaatii pitkän kunnostusprosessin.

Kunnostusmenetelmiin tulee tutustua tarkasti ja huolellisesti. Oikean kunnostusmenetelmän löytäminen voi kestää. Menetelmiä selaillessa kannattaa myös myöntää se tosiasia, etteivät resurssit välttämättä riitä kaikkeen.

9.1 Vesistöön tulevan kuormituksen vähentäminen

Jos vesistöön tuleva kuormitus on liian suuri tai ojien suulla kasvillisuus on tihentynyt, on vähennettävä valuma-alueelta tulevan kuormituksen määrää. Kuormituksen vähentämisessä on otettava huomioon yhdyskunnista tulevan pistekuormituksen määrä.

Murtosen kohdalla tulisi huomio kiinnittää maa-, metsä ja kotieläintalouteen. Suurimmat kuormitukset tulevat juuri tältä osa-alueelta. Toinen huomioitava asia olisi rannan seudun asukkaiden liittyminen jätevesiverkostoon. Jos tämä on jostain syystä hankala tai muuten vain mahdoton vaihtoehto, tulisi jätevesien käsittely hoitaa muulla tehokkaalla tavalla.

Murtosen länsirannalla sijaitseva luomumeijeri, Juvan Luomu Oy, poisti vuonna 1993 käytössään olevan jätevesien pienpuhdistamon ja liittyi kunnalliseen jätevesiverkostoon.

Meijerin liittymisestä pari vuotta myöhemmin liitettiin rannan asutuksia myös viemäriverkostoon. Rannalle jäi yksi loma-asunto ja kymmenkunta kiinteistöä, jotka eivät ole liittyneet viemäriverkostoon. Niillä, jotka eivät ole liittyneet verkostoon, on käytössään jätevesien käsittelyssä saostuskaivo tai maaperään imeytys. Näidenkin asutuksien on tarkoitus liittyä kunnalliseen viemäriverkostoon lähivuosien aikana. Kuormituksen vähentämisessä on kuitenkin omat plussat ja miinuksensa. Taulukossa 8 on esitetty tärkeimmät painopisteet kuormituksen vähentämisessä.

TAULUKKO 8. Kuormituksen vähentämisen plussat ja miinukset. (Sarvilinna 2010).

Kuormituksen vähentämisen plussat	Kuormituksen vähentämisen miinukset
<ul style="list-style-type: none"> •valuma-alueen tila ja vesistönsuojelu paranee •järveen sedimentoituvien ravinteiden ja kiintoaineiden määrä vähenee •veden ravinnepitoisuus vähenee ja veden laatu paranee •rantojen umpeenkasvu hidastuu •kalaston särkivaltaisuus hidastuu 	<ul style="list-style-type: none"> •maa- ja metsätalouden, haja-asutuksen ja hulevesien kuormituksen vähentämisestä aiheutuvat kustannukset •tarkempien kuormitusarviointien työläys ja suuri seurantatiedon tarve

9.2 Vesistöön tehtävät hoitotoimenpiteet

Toimenpiteillä, jotka kohdistuvat Murtosen vesistöön, on tarkoituksena poistaa vesistöstä ravinteita, vähentää sisäistä kuormitusta ja parantaa vesistön virkistys- maisema- ja kalatalousarvoja. Kaikki esitetyt vaihtoehdot eivät välttämättä ole parhaita mahdollisia. Parhaan toimenpiteen tai toimenpiteiden löytäminen vie aikaa ja vaatii asiaan perehtymistä.

9.2.1 Hoitokalastus

Hoitokalastukseen voi ryhtyä, jos useampi sen tarpeellisuuteen viittaava tekijä täyttyy.

Hoitokalastuksen tarpeellisuuteen viittaavia tekijöitä ovat:

- järveen kohdistuva ulkoinen kuormitus on pieni tai vähentynyt, muttei tilanne ole parantunut ja sinileväkukinnot jatkuvat
- kalasto on särkivaltainen ja runsas
- petokalojen osuus koeverkkosaaliista on alle viides
- särjen, ahvenen ja lahnan koko on pienentynyt ja särkikalojen kasvu on hidasta
- keväisin veden fosforipitoisuus on alle 30 - 50 µg/l, mutta kasvaa kesän aikana
- a-klorofyllin ja fosforin suhde on 0,3-0,4 tai korkeampi
- eläinplanktonissa ei ole suuria vesikirppuja lainkaan.

(Sarvilinna 2010, 51.)

Fosforipitoisuuden ollessa jatkuvasti yli 100 µg/l, ei hoitokalastusta kannata aloittaa. Noin suuri fosforipitoisuus on merkki korkeasta ulkoisesta kuormituksesta ja hoitokalastuksen tulokset jäävät pieneksi. Ulkoisen kuormituksen vähentäminen kannattaa hoitaa kuntoon ennen hoitokalastuksen aloittamista. (Sarvilinna 2010, 51.)

Hoitokalastuksessa on huolehdittava kalojen riittävästä poistamisesta. Saalistavoite riippuu järven koosta ja fosforipitoisuudesta. Etelä- ja Keski-Suomen rehevissä järvisä, joiden fosforipitoisuus on alle 50 µg/l, on 50–100 kg/ha hyvä saalistavoite. (Sarvilinna 2010, 52.)

Petokalojen olemassaolo on tärkeä edellytys kalakannan hyvässä rakenteessa. Hoitokalastus voimistaa yleensä petokalakantoja. Tämä johtuu siitä, että ahvenen koko kasvaa, koska ravinnepilpailu särkien kanssa vähenee. Molemmat, hauki että ahven, hyötyvät, jos vesi kirkastuu ja vesikasvit leviävät ulommas rannasta. (Sarvilinna 2010, 52.)

9.2.2 Vesikasvien vähentäminen

Vesikasvien poisto parantaa virkistyskäyttömahdollisuuksia nopeasti, mutta se ei välttämättä paranna veden laatua. Veden laadun parantamiseksi tulee ottaa huomioon ne tekijät, jotka ovat alun perin rehevöittäneet vesistön. Ulkoiseen kuormitukseen tulisi perehtyä sekä tutkia ne seikat, jotka vaikuttavat sisäiseen kuormitukseen. (Pusa 2009, 6.)

Vesikasvien poistolla on ristiriitaiset vaikutukset vesistön laatuun. Poistossa virtaus voi parantua, joka hidastaa sedimentoitumista. Sedimentoituminen nopeuttaa umpeenkasvua. Parantuneessa virtauksessa hajotustoiminnan hapen kulutus korvautuu nopeammin. Negatiivisia vaikutuksia ovat valuma-alueen ravinteiden kulkeuma suoraan vesistöön, koska vesikasvit eivät ole sitomassa niitä ja resuspensio. (Pusa 2009, 6.) Peltovaltaisilta rannoilta ja ojien suistoista tulee vesikasveja poistaa harkinnan mukaa, koska vesikasvit pidättävät ravinteita. (Sarvilinna 2010, 50).

Vesikasvien lisääntyminen ja umpeenkasvu ovat vesistöille luontaista ja sitä tapahtuu kaikissa vesistöissä. Ihmisen vaikutuksesta vesikasvit kuitenkin lisääntyvät luonnollista nopeammin. Vesikasvien poisto on yksi käytetyimmistä kunnostusmenetelmistä, mutta sen tavoitteena ei saisi olla koko kasvillisuuden poistaminen, vaan haitallisen kasvillisuuden poistaminen. Vesikasvien poiston tulisi olla yksi osa suurempaa kokonaiskunnostusta. (Pusa 2009, 10.)

Vesikasvien poiston lopputulokseen vaikuttavat monet eri tekijät. Suurimmat tekijät ovat umpeenkasvun vaihe sekä ulkoinen että sisäinen kuormitus. Muita tekijöitä ovat vesisyvyys, luontainen vedenkorkeuden vaihtelu, järven morfologia eli järven biologisten organismien anatomia, valaistun vesikerroksen paksuus ja kasvilajit. (Pusa 2009, 10.)

9.2.3 Niitto

Niitto on nopea ja halpa menetelmä poistaa vesikasvillisuutta. Niittoa voi tehdä käsin viikatteella tai koneellisesti, riippuen niitettävästä alasta. Laitteistoa päätettäessä tulee kuitenkin huomioida, etteivät kaikki laitteet käy kaikkiin vesistöihin eivätkä kaikille vesikasveille. (Pusa 2009, 10.)

Vesikasveja poistettaessa, poistuu järvestä ravinteita biomassan mukana. Jotta poistuva ravinnemäärä olisi mahdollisimman suuri, tulisi niitto tehdä silloin, kun kasvien ravinteet ovat veden päällysosissa. (Pusa 2009, 11.)

Niitto soveltuu parhaiten ilmaversoisiin kasveihin, kuten järviruokoon, järvikaislaan ja järvikortteeseen. Paras mahdollinen tulos saavutetaan, kun niitto tehdään ensin kesäkuussa ja uudemman kerran elokuussa. Jos niitto suoritetaan ainoastaan kerran, olisi heinäkuu paras ajankohta, koska kasvusto on silloin parhaimmillaan. Näin poistuu suurin määrä biomassasta. Niitto tulisi toistaa useampana vuonna peräkkäin. Mitä useammin sen toistaa, sitä helpompi se on seuraavalla kerralla suorittaa. Toistolla saadaan paras lopputulos. (Pusa 2009, 11.)

Niiton jälkeen kasvusto voi joskus runsastua. Tämä johtuu siitä, että niitto on tehty joko liian aikaisin tai liian myöhään kasvun suhteen, jolloin ravinteet ovat vielä juurissa. Ilmaversoiset kasvit ottavat suurimman osan ravinteista pohjan sedimentistä juurillaan ja siellä sijaitsee suurimmat ravinnevarastot. Jos kasvi leikataan silloin kun ravinteet ovat vielä juurissa, vapautuu ravinteet leikkuun yhteydessä juuripaineen avulla vesistöön. (Pusa 2009, 11.)

Kelluslehtisten kohdalla niiton vaikutukset ovat vaihtelevat. Ulpukan lehtien on huomattu pienentyneen niittojen yhteydessä ja näin vesialueen suurentuneen. Uistinvidan, siimapalpakon ja kaitapalkakon varret ovat pehmeät, joten tulokset ovat olleet huonot. Uposlehtisiä kasveja, kuten vesiruttoa tai karvalehteä, ei tule niittää koska ne lisääntyvät pienistäkin versonkappaleista. (Pusa 2009, 11.)

Yleensä niiton jälkeen tilalle ilmestyy toinen jopa vaikeammin poistettava laji. Ilmaversoisten tilalle tulee yleensä kelluslehtisiä lajeja. Tämä selittyy kelluslehtisten paremmalla niiton kestämisokyvylä. Korvautuminen uposlehtisillä lajeilla on myös normaalia. (Pusa 2009, 11.)

9.2.4 Haraus

Harauksella saadaan poistettua kelluslehtisiä- ja uposkasveja. Hara repii kasvien juuria pohjasta ja pöyhii sedimenttiä. Näin saadaan hapetettua samalla pohjaa. Haraa voi-

daan vetää veneen perässä tai rannalta traktorilla. Hara rikkoo kasvien juuret. Juuret nousevat pintaan, josta ne tulee kerätä pois esim. raivausnuotalla. Haraukselle paras ajankohta on syystäyskierto, mutta käytännössä haraus on helpoin suorittaa heinäelokuussa, jolloin näkee mistä haraa on jo vedetty. (Jääskeläinen 2000, 17.)

9.2.5 Raivausnuottaus

Raivausnuottauksella saadaan vesistöstä poistettua esim. sammalia, hajoavaa kasvimassaa ja hakoja. Raivausnuottaus pöyhii myös pohjaa ja näin hapettaa sitä. Raivausnuottaus tulisi toteuttaa syyskierron aikaan, jolloin hapetuksen teho on parhaimmillaan. Raivausnuottaus tapahtuu levittämällä se tavallisen kalanuotan tavoin veneestä veteen ja vetämällä se rantaan traktorin tai moottoroidun kelulaitteen avulla. (Jääskeläinen 2000, 17.)

9.2.6 Veden pinnan nosto

Veden pinnan nosto sopii järville, jotka ovat hyvin matalia. Veden pinnan nosto ja niitto sopivat hyvin yhteen, koska ne täydentävät toisiaan ja lopputulos on parempi. Jos tavoitteena on kuitenkin suurempi vesisyvyys, on ruoppaus parempi vaihtoehto. (Pusa 2009, 12.)

Veden pinnan nosto kasvattaa vesisyvyyttä. Monet ilmaversoiset vesikasvit tukehtuvat pois, koska juuristo ei saa happea. Veden laatu ja kasvilajit määräävät mikä on riittävä vesisyvyys kasvien tukehdukselle. Tummissa vesistöissä riittää yleensä pienempikin vesisyvyys. Jos vesistö on edennyt pitkälle umpeenkasvussa, saattaa pinnan noston seurauksena ilmestyä kelluvia kasvillisuuslauttoja. (Pusa 2009, 12.)

Veden pinnan nosto on edullinen ja teknisesti helppo toteuttaa. Sen ehtona kuitenkin on, että järveä on aikaisemmin laskettu ja rautapenger löytyy vielä sekä ettei pinnan nostosta aiheudu haittaa. Pinnan nosto vaikuttaa koko ranta-alueen maankäyttöön eli tarvittavat luvat on hankittava ja pinnan nostosta aiheutuvat haitat kartoitettava tarkasti. (Pusa 2009, 12.)

Jäätymistä voidaan käyttää hyväksi veden pinnan nostossa. Talvella kun matalilla alueilla on vielä vahva jää, nostetaan veden pintaa tulvakorkeuteen tavallista aikaisemmin. Veden pinnan noston seurauksena jää irttaa pohjasta ja sen mukana irttavat vesikasvit juurineen. Tätä menetelmää käytettäessä on kuitenkin muistettava poistaa kasvimassa vedestä. Menetelmä sopii mm. tylppälehti-, uistin- ja heinävidalle, vesirutolle ja karvalehdelle. (Pusa 2009, 12.)

9.2.7 Ruoppaus

Ruoppaus on mahdollista tehdä matalille järville, kuten Murtonen. Ruoppaus on kunnostusmenetelmä, jota tulee harkita ja suunnitella tarkasti ennen sen aloittamista. Ruoppauksessa järvelle voi seurata monia huonoja vaikutuksia. Mahdollisia haittavaikutuksia ovat: veden sameneneminen, ravinteiden vapautuminen pohjasedimentistä veteen, kalojen kutualueiden tuhoutuminen, ranta-alueiden syöpyminen ja sortuminen sekä maiseman rumentuminen.

Ruoppauksessa poistetaan siis järvestä pohjamassoja veden syvyyden lisäämiseksi. Ruoppauksella lisätään järven syvyyttä ja tilavuutta. Päätaavoite ruoppauksella on järven tai sen kokonaistilan parantaminen.

9.2.8 Hapetus

Järven rehevöityessä alusveden happitilanne huononee ja seurauksena saattaa olla happikato. Tämä taas kiihdyttää fosforin sisäistä kuormitusta. Hapettamalla järveä parannetaan happitilannetta pohjan tuntumassa, hillitään fosforin liukenemista sedimentistä vesimassaan ja lisätään järven eliöstön hyvinvointia. (Sarvilinna 2010, 55.)

Matalissa järvissä hapettaminen ei ole ensisijainen menetelmä, koska veden pH:n nousu ja tiheät lahna- ja särkikannat lisäävät fosforin vapautumista. Hapettaminen yhdessä ravintoketjukurunnostuksen kanssa toimivat hyvin, koska petokalat kestävät hapen puutetta särkikaloja huonommin. (Sarvilinna 2010, 55.)

Talvella jos happipitoisuus laskee niin alas, että uhkana on happikato, on järveen tehtävä hätäilmastus. Happikato on etenkin pienten, matalien ja rehevien järvien uhka.

Happikadossa kalakuolemat ovat yleisiä. Kalakuolemia ei kannata estää, jos järvi on rehevöitynyt ja kalasto vähäarvoinen. Kalakuolemat voivat myös kirkastaa vettä ja laskea ravinnepitoisuuksia. Kalakannat palautuvat yleensä muutamassa vuodessa, jos osa kaloista on selvinnyt tai järveen tulee kaloja muista vesistöistä. (Sarvilinna 2010, 55.)

10 POHDINTAA

Murtonen pieni ja matala järvi, joka on joutunut kärsimään ulkoisen kuormituksen seurauksista ja sitä kautta sisäisestä kuormituksesta. Järvi on haasteellinen ja sen kanssa tulisi tehdä paljon töitä, jos sitä haluaa parempaan kuntoon. Valuma-alueelta järveen laskevia ravinteita tulisi vähentää ja järveen tehdä kunnostustoimenpiteitä. Haastetta kunnostustoimiin tuo järvestä viihtyvä vesirutto, joka on luonteeltaan hyvin hankala vesikasvi.

Järven rannan asukkaat ovat huolissaan järven tilasta ja haluaisivat sen kuntoon. Asumuksesta muodostuva kalastusseura on omin voimin yrittänyt viedä järven asioita eteenpäin, mutta tie on hankala ja mutkikas. Täytyisi osata valita oikeat toimenpiteet järvelle ja lopuksi herää vielä kysymys kuka maksaa. Kalastusseura on järjestänyt muutamia kokouksia Murtonen järveen liittyen. Viimeisin kokous pidettiin syksyllä 20. elokuuta 2010. Siinä järven asukkaat äänestivät järven kunnostustoimenpiteistä ja suurinta kannatusta saivat vesikasvien niitto, ruoppaus ja järven tyhjennys.

Juvan kunnan osuus on ollut vaihteleva. Järvi ei tutkimuksien perusteella ole huonossa kunnossa, joten kunnan puuttuminen asiaan on ristiriitainen. Järvi on tärkeässä asemassa Juvan kunnan vedenhankinnan kannalta, joten huonoonkaan kuntoon sitä ei voi laskea. Murtonen on mukana valtakunnallisessa leväseurannassa, joten asiantuntijoiden vierailut järvellä on useat kesän aikana.

Järvellä elää hyvin paljon erilaisia vesikasveja ja ne esiintyvät paikoittain hyvin runsaakin. Matalikot ovat kokonaan vesikasvien peitossa. Vesikasvien ovat ristiriitainen asia. Ne vaikuttavat järven virkistyskäyttöön ja tuottavat välillä suurtakin haittaa, hyvänä esimerkkinä vesirutto. Vesikasveilla on kuitenkin oma merkityksensä ja syyn-

sä miksi niitä järvessä on. Vesikasvit pidättävät ravinteita, jotka laskevat järveen. Tulisiko niitä siis poistaa lainkaan? Vesirutto voi olla seuraus aiemmista järveen tehdyistä toimenpiteistä, joka on saanut itselleen otolliset elinolot juuri toimenpiteistä johtuen.

Järven kunnostus on hankala projekti. Niittoa järvelle on kokeiltu jo useampaan otteeseen, mutta järvi kukoistaa silti. Veden pinnan nosto lisättynä niittoon voisi antaa hyvää lopputulosta. Niitto sopii useille vesikasveille, mutta se ei poista vesiruttoa. Se saattaa jopa lisätä sitä, koska vesirutto kasvaa pienistäkin pätkeistä. Veden pinnan nostolla vesirutto irtoaisi pohjasta juurineen ja näin se saataisiin kokonaisuutena pois järvestä. Veden pinnan nostoon täytyy tehdä paljon esitutkintaa ja selvittää, soveltuuko toimenpide järvelle. Pinnan nostossa on oma seurauksena ja sille täytyy hakea tarvittavat luvat. Näiden kahden toimenpiteen seurauksena vesikasvit vähentyisivät ja järvellä saataisiin hieman lisäsyvyyttä.

Toinen, juuri Murtoselle sopiva toimenpidepari, olisi haraus ja raivausnuottaus. Haraus sopii kelluslehtisille- ja uposkasveille. Hara repii kasvit juurineen pohjasta ja raivausnuotalla poistetaan irronnutta kasvimassaa. Tämän yhdistelmän seurauksena voi sisäinen kuormitus järvellä kasvaa. Hara ja raivausnuottaus pöyhivät molemmat pohjaa, jossa happipitoisuus voi nousta, mutta ravinteet nousevat myös vesimassaan. Seurauksena voi olla pahempi happikato kuin järvellä jo nyt on, rehevöitymisen ylläpito ja vesikasvien lisääntyminen.

Järveen laskevien ravinteiden määrää tulisi vähentää. Maatalouden ympäristönsuojelun säädöspohjaiset toimenpiteet perustuvat Valtioneuvoston nitraattiasetukseen sekä ympäristönsuojelulakiin ja -asetukseen. Vesiensuojelun kannalta erittäin merkittävä on nitraattiasetus, joka sisältää sekä maaperän lannoitusta että karjanlannan varastointia ja käyttöä ohjaavia säädöksiä. Käytännössä maatalouden ympäristönsuojelua toteutetaan maatalouden ympäristötukijärjestelmällä, johon valtaosa viljelijöistä on sitoutunut.

Meijerin ja asukkaiden liittyminen jätevesiverkostoon on vähentänyt ravinnekuormitusta. Mutta vielä on muutamia kiinteistöjä, jotka hoitavat itse jätevedet. Haja-asutuksen jätevesisäädökseen on tulossa muutos. Muutos astuu voimaan 15.3.2011.

Uudessa säädöksessä lievemmat vaatimustasot tulevat pääsääntöiseksi lähtökohdaksi (orgaaninen aine 80 %, kokonaisfosfori 70 %, kokonaistyppeä 30 %). Kunta voi antaa tiukempia vaatimuksia herkillä alueilla, kuten ranta-alueilla asuville.

Vaatimuksista vapautetaan 68 vuotta täyttäneet kiinteistöjen omistajat. Vapautus ei kuitenkaan koske uudisrakentamista tai vapaa-ajan asuntoja. Viiden vuoden mittaista vapautusta voi hakea ns. sosiaalisilla perusteilla.

Lain siirtymäaikaa pidennetään vuoden 2016 alkuun saakka. Eli tähän mennessä Murtosen valuma-alueen jätevesiasiat tulee olla kunnossa. Viemäriverkoston ulkopuolisen asukkaan jätevesien kuormitus on melkein kymmenkertainen viemäriverkostossa olevaan nähden. Huono jätevesien käsittely rehevöittää vesistöjä, heikentävät asuin ympäristön hygieenistä tilaa ja lähivesien laatua sekä pilaavat pohjavesiä.

LÄHTEET

Destia 2011. Liikennekäyttäjän linja. 20.1.2011

Etelä-Savon Ympäristökeskus 1996. Juvan lähivesien kunnostussuunnitelma. Juva.

Etelä-Savon Ympäristökeskus 2008. Ympäristölupa eläinsuojan toiminnalle Juvalle. www-dokumentti. <http://www.environment.fi/default.asp?contentid=288004&lan=fi>. Päivitetty 7.7.2008. Luettu 8.2.2011.

Etelä-Savon Ympäristökeskus 2005. Ympäristölupa uuden eläinsuojan rakentamiseksi Juvan Hatsolaan. www-dokumentti. <http://www.environment.fi/default.asp?contentid=160648&lan=fi>. Päivitetty 30.11.2005. Luettu 8.2.2011.

Euroopan parlamentin ja Euroopan Unionin neuvosto. Direktiivi 2000/60/EY. Vesi-puite direktiivi. Euroopan yhteisöjen virallinen lehti. WWW-dokumentti. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2000:327:0001:0072:FI:PDF>. Päivitetty 22.12.2000. Luettu 13.11.2010.

Hellsten, Seppo. SYKE. Vesiruton levinneisyys ja torjunta. www-dokumentti. Diaesitys. <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=116353&lan=fi>.

Hentinen, Timo 2007. Maatalousalueiden luonnon monimuotoisuus Juvan Hatsolassa, Maivalassa ja Kuosmalassa. Etelä-Savon Ympäristökeskuksen raportteja 2/2007.

Jääskeläinen, Jani 2000. Murtosenjärven-, Hauki- ja Puikonlammen hoito- ja kunnostussuunnitelma. Juvan kunta - Moniste

Karttulan kunta 2009. Matinlahden ranta-asemakaava. FCG Planeko Oy. 24.4.2009

Kotanen, Juho, Manninen, Pertti 2010. Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. Etelä-Savon pintavesien hoidon toimenpideohjelma 2010-2015. Etelä-Savon elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen julkaisuja 2/2010.

Laukkanen, Timo 2005. Ympäristötietous. Mikkelin Ammattikorkea koulu. Mikkeli.

Lehtonen Juhani 2000. Vesirutto ja Karvalehti täyttävät ajoittain Littoistenjärven. Aurora 1/2000. Turun yliopisto. www-dokumentti. <http://www.utu.fi/tiedostot/aurora/pdf/1-2000/vesirutto.htm>.

Lepistö, Liisa 2006. Kasviplanktonin tutkimusmenetelmät. Vesitalous 1/2006.

Luonnontila 2010. SV2 Sisävesien typpikuormitus. www-dokumentti. <http://www.luonnontila.fi/fi/indikaattorit/sisavedet/sv2-typpikuormitus>. Päivitetty 12.4.2010. Luettu 9.1.2011

Mainio, Tapani 2009. Vesiruton epäillään leviävän joutsenten mukana Pojois-Suomen vesiin. Helsingin Sanomat. www-dokumentti.

<http://www.hs.fi/kotimaa/artikkeli/Vesiruton+epäillään+leviävän+joutsenten+mukana+Pohjois-Suomen+vesiin>. Päivitetty 4.10.2009. Luettu 25.1.2011.

Manninen, Pertti 2011. Haastattelu. Etelä-Savon elinkeino-, liikenne ja ympäristökeskus.

Messo, Mirja. Ripatti-Cantell, Hannele 1992. Kemian Keskusliitto r.y.Chemas oy.Taloudellinen Tiedotustoimisto.Opetushallitus.FINISTE.Itämeri-projekti.Veden laadun arviointi bioindikaation avulla. Helsinki.

Pallonen, Raili 2001. Haitalliset aineet Kymijoen edustan merialueen sedimenteissä syksyllä 2000. Kyminjoen vesiensuojeluyhdistys ry:n julkaisu no 93/2001. www-dokumentti. <http://www.kyminjoenvesijaymparisto.fi/julk93.pdf>

Pleym, Harald 1989. Ympäristötekniikka. Norjan kielestä suomentanut Jaakko Sundberg. 1991.Tammertekniikka.

Pusa, Tarja 2009. Vesikasvien niittojen vaikuttavuusselvitys.Etelä-Savon Ympäristökeskuksen raportteja 1/2009.

Salonen, Seija 1992. Fosfori ja typpi vesien rehevöittäjinä - vaikutusten arviointi. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja – sarja A. Helsinki.

Sarvilinna, Auri 2010. Rehevöityneen järven kunnostus ja hoito. Ympäristöopas 2010. Suomen Ympäristökeskus.

Scheffer, M 1998. Ecology of Shallow Lakes. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

SFS 3008. 1990. Veden, lietteen ja sedimentin kuiva-aineen ja hehkutusjäännöksen määrittäminen. Helsinki.

SFS 3026. 1986. Veden kokonaisfosforin määrittäminen. Helsinki.

SFS 3036. 1981. Veden kemiallisen hapenkulutuksen (COD_{Mn}-arvon tai KMnO₄-luvun) määrittäminen. Helsinki.

SFS 5752. 1993. Veden nitraatin määrittäminen. Fotometrinen salisylaattimenetelmä. Helsinki.

SFS 5772. 1993. Veden a-klorofyllipitoisuuden määrittäminen. Etanoluutto. Spektrometrinen menetelmä. Helsinki.

Sorjunen, Pekka 2011. Haastattelu 20.1.2011. Juvan ympäristösihteeri.

Suhonen, Hannu 2011. Haastattelu 10.2.2011. Juvan vesihuoltopäällikkö.

Suomen Ympäristökeskus 2010a. Fosforiveden laatua kuvaavana muuttujana. www-dokumentti. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=17448&lan=fi>. Päivitetty 20.1.2010. Luettu 29.11.2010.

Suomen Ympäristökeskus 2010b. Klorofylli a:n määrä veden laatua kuvaavana muutujana. www-dokumentti. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=17451&lan=fi>. Päivitetty 20.1.2010. Luettu 30.12.2010.

Suomen Ympäristökeskus 2010c. Pintavesien ekologinen ja kemiallinen tila. www-dokumentti. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=361990&lan=fi>. Päivitetty 29.6.2010. Luettu 23.10.2010.

Suomen Ympäristökeskus 2009d. Tutustu vesikasveihin. www-dokumentti. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=7871&lan=fi>. Päivitetty 29.7.2009. Luettu 11.11.2010.

Suomen Ympäristökeskus 2004e. Veden väri. www-dokumentti. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=12874&lan=fi>. Päivitetty 15.4.2004. Luettu 30.12.2010.

Suomen Ympäristökeskus 2010f. Vesirutto. www-dokumentti. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=8793&lan=fi>. Päivitetty 19.1.2010. Luettu 20.1.2011.

Suomen Ympäristökeskus 2009g. Yleinen käyttökelpoisuusluokitus. Vedenlaatuluokituksen luokkarajat. www-dokumentti. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=7603&lan=fi>. Päivitetty 14.8.2009. Luettu 16.2.2011.

Särkkä, Jukka 1996. Järvet ja ympäristö. Limnologian perusteet. Tampere. Tammer-Paino Oy.

Ylönen, Kirsi 2005. Eräät orgaaniset ja epäorgaaniset haitta-aineet Etelä-Savon tärkeimpien vedenottamoiden raaka- ja pohjavesissä. Etelä-Savon Ympäristökeskuksen moniste. Mikkeli.

Ympäristölupapäätös 2005. Päätös ympäristösuojelulain 35§:n mukaisesta hakemuksesta, joka koskee eläinsuojan toimintaa Juvan kunnan Ollikkalan kylässä. 29.11.2005.

Ympäristölupapäätös 2008. Ympäristösuojelulain 28 §:n mukainen päätös, joka koskee eläinsuojan laajentamista ja olemassa olevan karjasuojan toimintaa Juvan kunnassa. 4.7.2008.

Järven tunnusmerkkejä.

		Oligotrofinen eli niukkaravinteinen	
	Eutrofinen eli runsasravinteinen	Dystrofinen eli ruskeavetinen	Varsinainen oligotrofinen eli kirkasvetinen
Näkösyvyys	0,1-4 m	0,5-5 m	2,5-13 m
Veden väri	eri sävyissä vihertävä	keltainen tai ruskea	vihreä tai sininen
pH	7-8	5-6	noin 7
Pohjaliete	runsaasti mätänevää eloperäistä ainesta sisältävää liejua	humuksesta muodostunutta mutaa	niukasti eloperäistä ainesta sisältävää liejua
Ranta- ja vesikasvillisuus	Runsas. Laajoja järviruoko-, -kaisla- ja kortekasvustoja. osmankäämi, sarjarimpi, lumme, ulpukka.	Niukka. Lumme, ulpukka	Niukka. Nuottaruoho, lahnaruoho
Kasviplankton	Runsas. Keskittynyt ylempiin vesikerrokseen. Sini- ja viherleviä.	Niukka. Keskittynyt ylempiin vesikerrokseen. Viher- (mm. koruleviä) ja kultaleviä.	Niukka. Esiintyy syvässäkin. Viherleviä.
Pohjaeläimistömäärä	50-350 kg/ha	alle 5 kg/ha	alle 50 kg/ha
Vallitsevat kalalajit	lahna, särki, kuha, kuore, hauki, sorva.	ahven, hauki, särki	siika, muikku, ahven, särki, hauki

(Messo 1992, 11)

LIITE 2.**Murtosesta mitattuja parametrejä.**

Kesällä 20.7.2010 Murtosesta otettuja vesinäytteitä. Vesinäytteistä mitattiin seuraavat parametrit.

Syvyys pinnasta (m)	Lämpötila (°C)	Happipitoisuus (mg/l)	Kyllästysaste (%)	Sähkönjohtokyky (µS)
1	25,6	6,66	83,6	94,5
2	25,6	6,76	80,5	97,2
3	25,1	5,33	72,6	98,0

Kesällä 12.7.2010 otettiin Murtosesta kahdesta eri syvyydestä vesinäytteitä. Näistä vesinäytteistä mitattiin järven veden laatua kuvaavia arvoja.

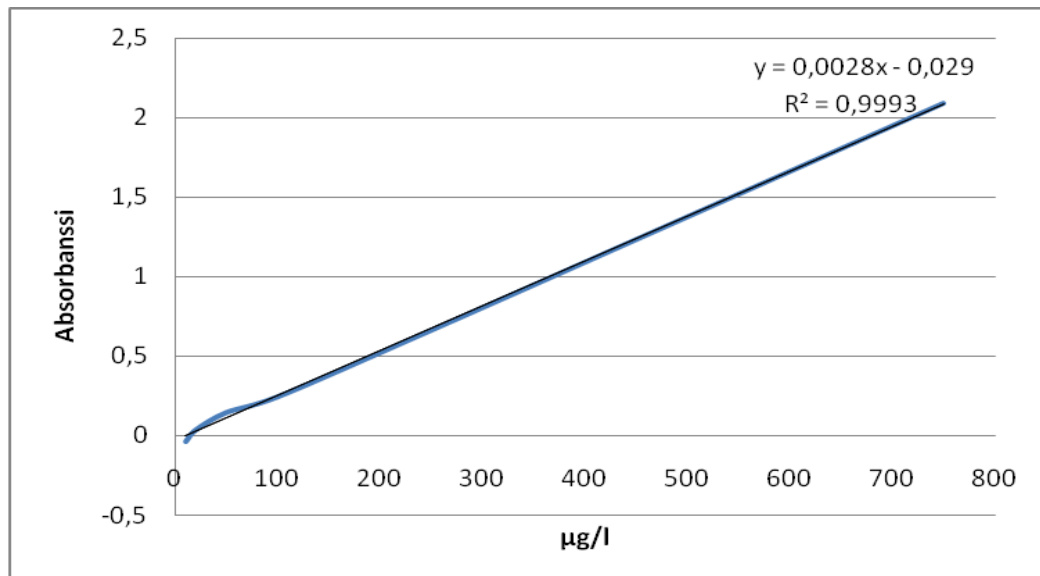
Syvyys (m)	Lämpötila (°C)	Johtokyky (µS/cm)	Väri (PtCo)	Sameus (NTU)
1,5	21,7	98,7	31	1,23
3,0	24,8	99,1	34	1,39

Kokonaisfosforipitoisuus.

Vertailuliuokset.

µg/l	Absorbanssi	Absorbanssi -nolla
nolla	0,081	
10	0,046	-0,035
20	0,121	0,04
50	0,23	0,149
100	0,329	0,248
250	0,748	0,667
500	1,461	1,38
750	2,175	2,094

Vertailusuora.



Vertailusuoralta saadaan trendiviivan yhtälö, jota apuna käyttäen saadaan laskettua näytteen kokonaisfosforipitoisuudet.

$$y = 0,0028x - 0,029$$

$$0,0028x = y + 0,029 \quad || / 0,0028$$

$$x = (y + 0,029) / 0,0028$$

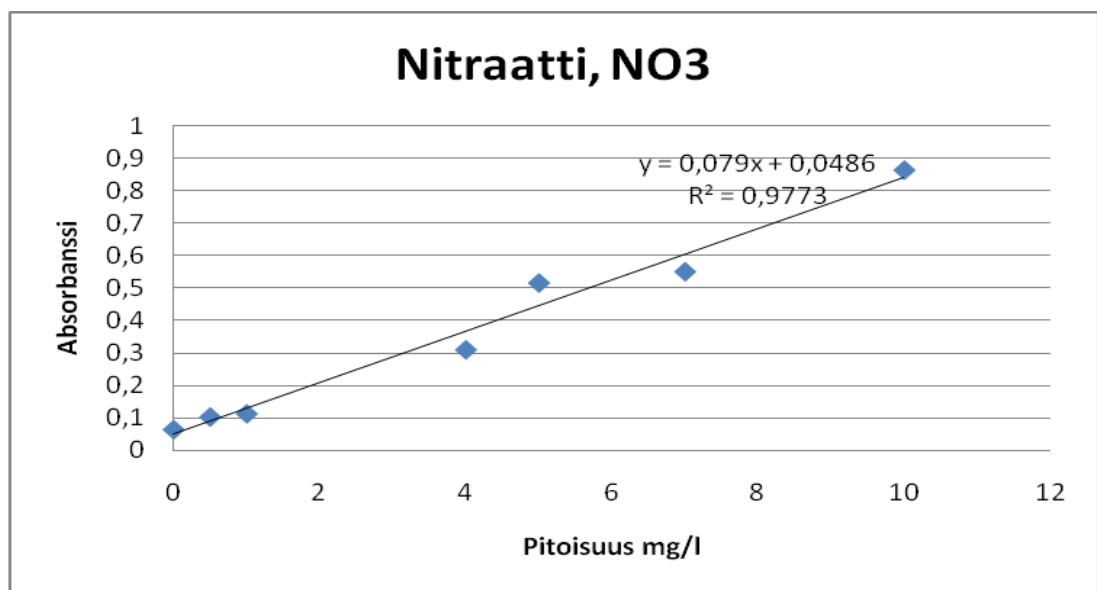
Näytepaikka	Absorbanssi	Kokonaisfosfori µg/l
Haukilammesta virtaava vesi	0,088	41,78571429 ≈ 41,8
Murtonen 1,5 m syvyydestä	0,059	31,42857143 ≈ 31,4
Murtonen 3 m syvyydestä	0,060	31,78571429 ≈ 31,8

LIITE 4.**Nitraattipitoisuus.**

Vertailuliuokset.

Pitoisuus mg/l	Absorbanssi
0	0,063
0,5	0,102
1	0,112
4	0,309
5	0,515
7	0,55
10	0,863

Vertailusuora



Vertailusuoralta saadaan trendiviivan yhtälö, jota apuna käyttäen saadaan laskettua näytteiden nitraattipitoisuudet.

$$y = 0,079x + 0,0486$$

$$0,079x = y - 0,0486 \quad || /0,079$$

$$x = (y - 0,0486) / 0,079$$

Näytepaikka	Absorbanssi	Nitraattipitoisuus, mg/l
Haukilammesta virtaava vesi	0,031	$-0,2227848 \approx 0,2$
Murtonen 1,5 m syvyydestä	0,031	$-0,2227848 \approx 0,2$
Murtonen 3 m syvyydestä	0,034	$-0,1848101 \approx 0,2$

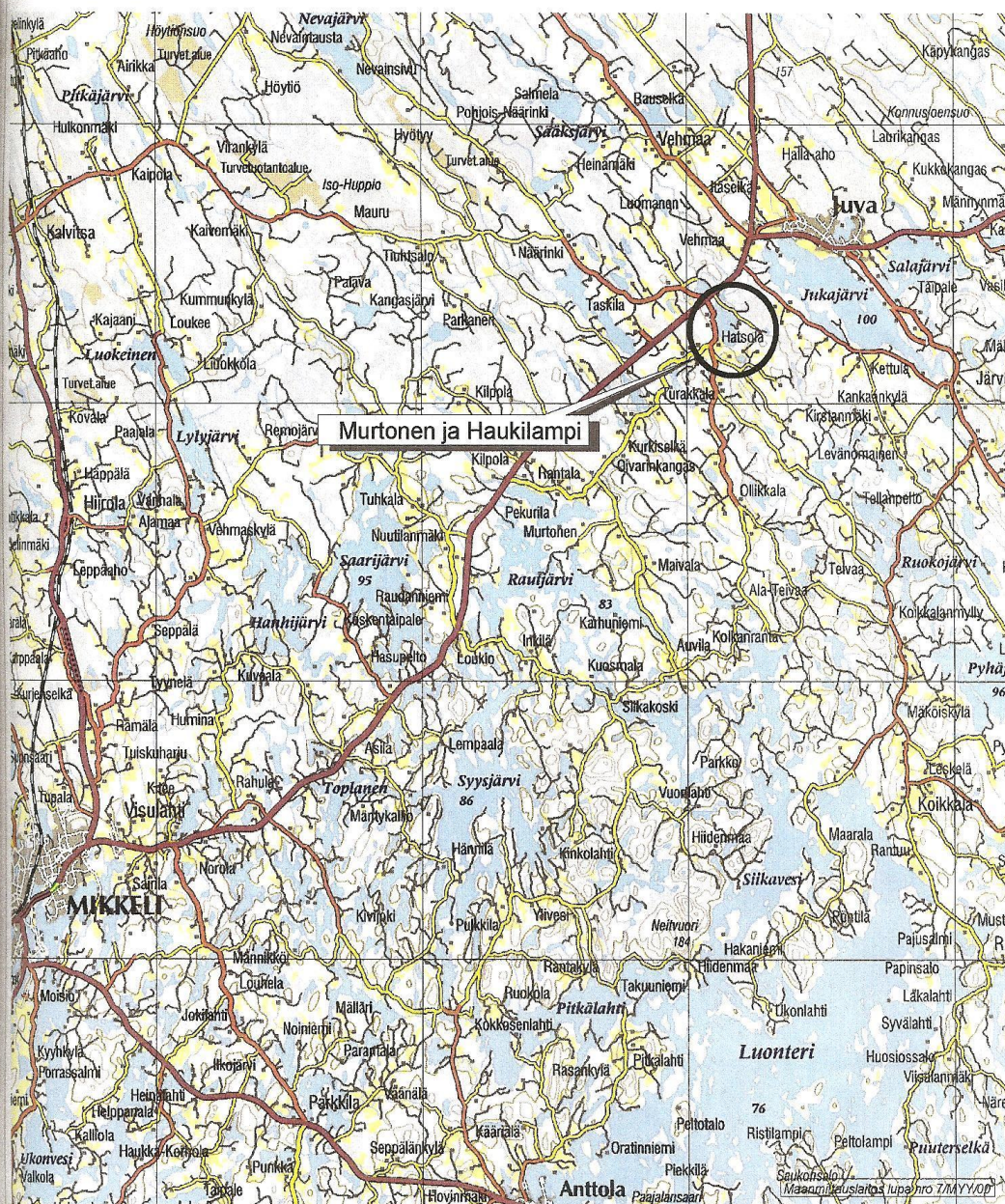
LIITE 5.**Sedimentti.**

Sedimentistä punnitut näytteet ja niiden massat kuivatuksen, haihdutuksen ja hehkutuksen jälkeen.

näyte	upokas g	märkä näyte g	kuiva-aine + astia, g	hehkutus+ astia, g
12	14,6561	2,3472	14,9902	14,8854
16	14,84	2,3583	15,214	15,1017
17	14,0849	2,241	14,425	14,3142
4	13,3462	2,1702	13,5924	13,4985
6	14,2688	2,1097	14,6651	14,5449
9	12,7068	2,2919	13,0416	12,9482
0	14,71	2,2822	14,994	14,8591
2	14,9342	2,1961	15,1988	15,0818

kuiva-aine, mg/g	kuiva-aine %	hehkutus, kuivaamaton mg/g	%	hehkutus, kuiva-aine mg/g
0,142	6,1	0,098	4,2	686,321
0,159	6,7	0,111	4,7	699,733
0,152	6,8	0,102	4,6	674,213
0,113	5,2	0,070	3,2	618,603
0,188	8,9	0,131	6,2	696,694
0,146	6,4	0,105	4,6	721,027
0,124	5,5	0,065	2,9	525,000
0,120	5,5	0,067	3,1	557,823

Yleiskartta

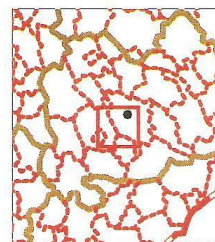


Mittakaava 1:200000

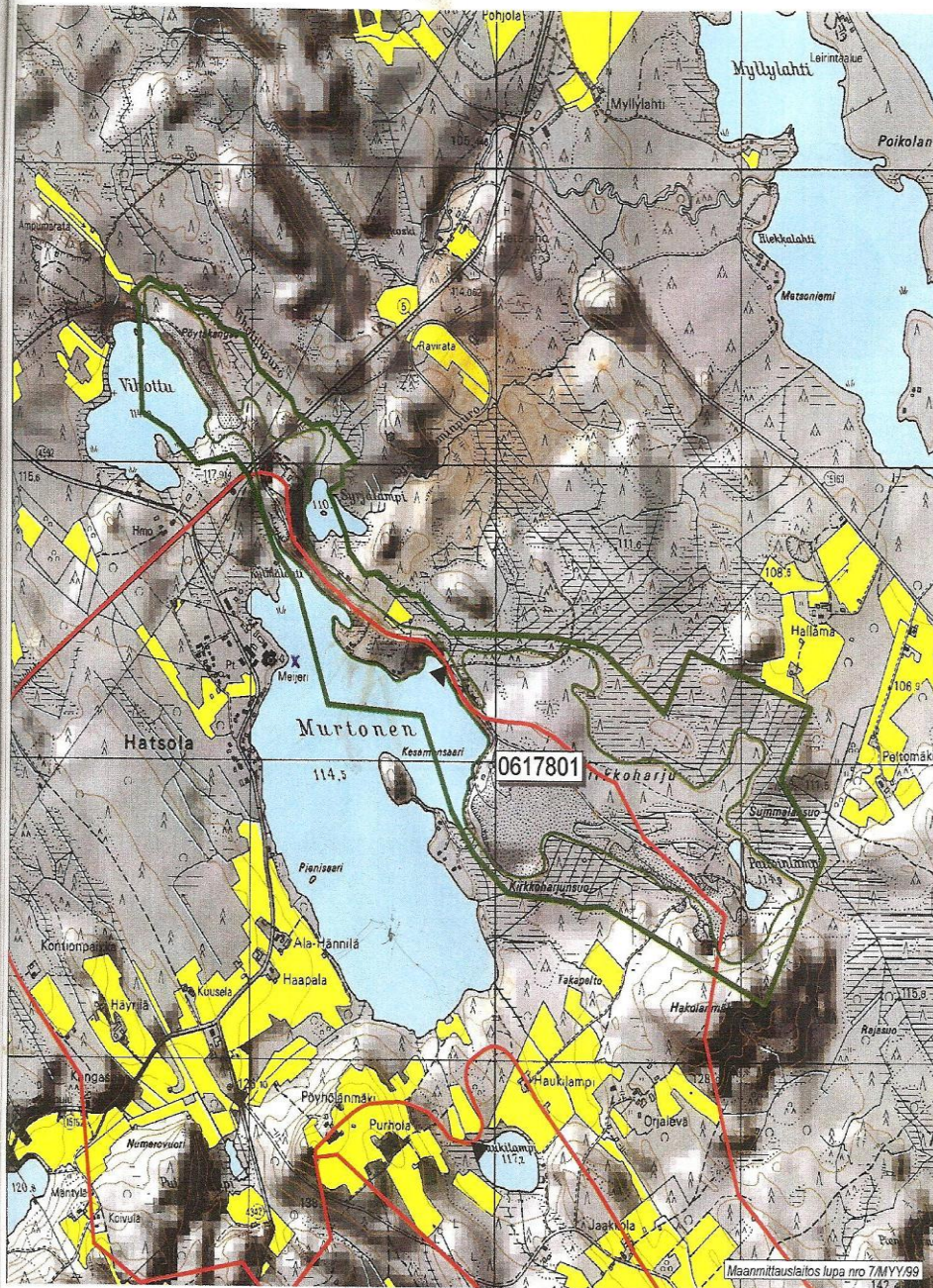
2 0 2 4 Kilometers



Koordinaatisto: xkj
 Nulkakoordinaatit: 351 4491, 683 5905 3551 633, 68 69278
 Etelä-Savon ympäristökeskus/VV/06.09.2000



Pohjavesialuekartta
Kunnat: Juva



Pohjavesialuerajat

Pohjavesialueen raja

Varsinaisen muodostumisalueen raja

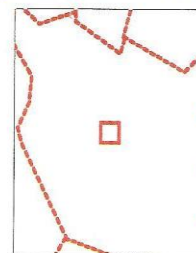
Valuma-alue

Mittakaava 1:20000

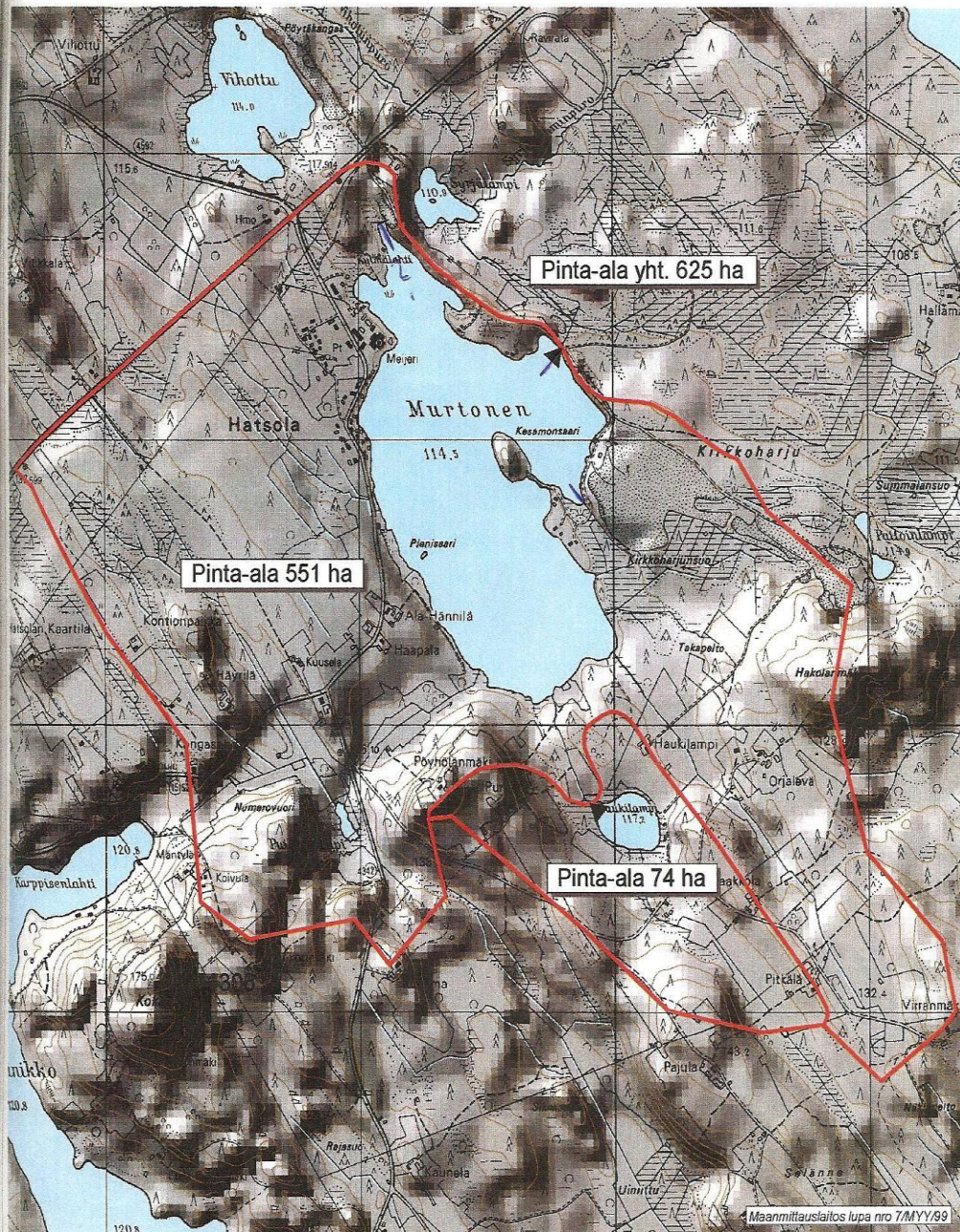
200 0 200 400 Meters

Peruskarttalehdet:
523301

Koordinaattisto: ykj
Nurkkakoordinaatti: 3540042,6861718 3543756,6863055
Etelä-Savon ympäristökeskus/VV/12.01.2000



Valuma-aluekartta
Kunnat: Juva



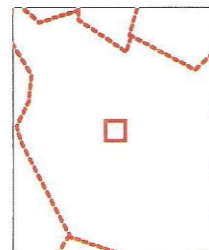
Mittakaava 1:20000

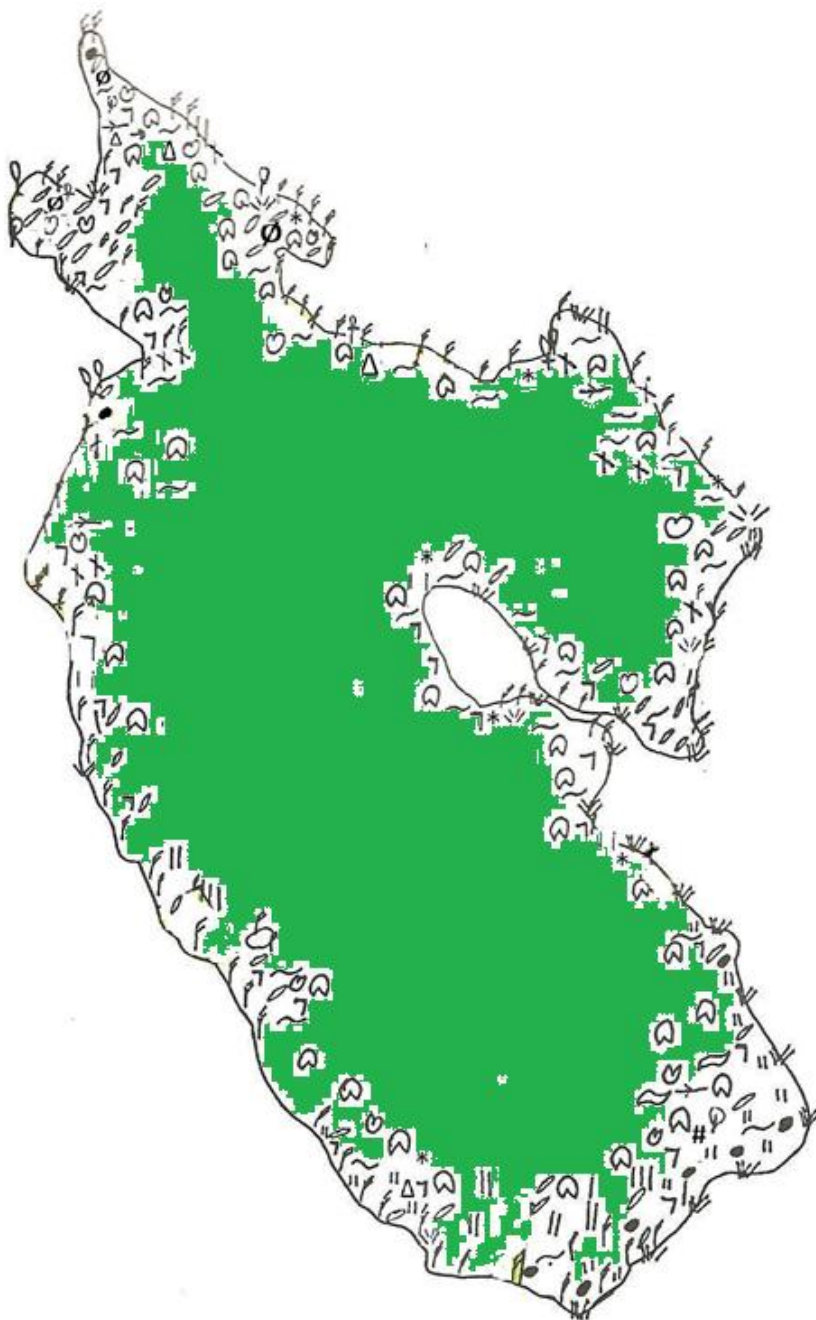
200 0 200 400 Meters

Peruskarttalehdet:
323301

 Valuma-alueet

Koordinaatisto: ykij
Nurkkakoordinaatit: 3540042,6861718 3543756,6865055
Etela-Savon ymparistokeskus/VV/12.01.2000





~	Ahvenvita
+	Järvikaista
	Järvikorte
f	Järviruoko
φ	Kurjenjalka
♀	Kurjenmiekka

#	Pikkulimaska
*	Nuottaruoho
ρ	Leveäosmankäämi
~	Pitkälehtivita
o	Pohjanlumme
→	Ruskoärviä
≡	Sarat
7	Siimapalpakko

Δ	Ranta-alpi
→	Tylppälehtivita
o	Uistinvita
ω	Ulpukka
φ	Vehka
•	Vesisammal
■	Vesirutto
∅	Vesiherne

VESIKASVILLISUUDEN POISTAJAN MUISTILISTA

- Leikattu kasvijäte on kerättävä talteen. Kasvillisuuden läjityspaikka ja käsittelytapa tulee olla selvillä ennen poistoon ryhtymistä.
- Liian laaja-alainen niitto voi voimistaa sinileväkukintoja ja heikentää kalaston elinolosuhteita.
- Niitto kannattaa tehdä heinä-elokuussa, jolloin se vaikuttaa tehokkaimmin ja häiritsee vähiten lintujen pesintää.
- Ojasuihin jätettävä kasvillisuus toimii kuormituksen sitojana.
- Ruovikon harventaminen lisää yleensä järvikorteen ja uposkasvien määrää.
- Rajaa niitettävä alue rannan piirteiden ja maiseman mukaan. Kasvustot ovat tärkeitä suojapaikkoja kaloille ja linnuille ja toimivat näköesteinä naapurin rajan tuntumassa. Kaikkea ei kannata poistaa.
- Kovalla tuulella kasvuston kerääminen on hankalaa.
- Vesikasvillisuutta voi niittää omasta rannasta vapaasti. Tätä laajempi niitto tarvitsee aina vesialueen omistajan luvan.
- Luonnonsuojelualueilla saa niittää vain ELY- keskuksen luvalla.

(Sarvilinna 2010)